
Lood in drinkwater

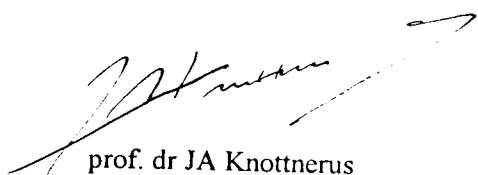


Aan de Minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport
Postbus 5406
2280 HK RIJSWIJK

Onderwerp : aanbieding advies
Uw kenmerk : DGV/BMO U-95388
Ons kenmerk : 1406/95/HGMB/cf 529-U
Bijlagen : 1
Datum : 28 april 1997

In uw brief van 10 maart 1995, nr. DGV/BMO U95388, vroeg u, mede namens de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, om een oordeel over de normstelling voor lood in drinkwater. De daartoe door mij ingestelde commissie heeft zich van haar taak gekwetend. Het resultaat van de beraadslagingen in de commissie bied ik u - gehoord de Beraadsgroepen Toxicologie, Voeding, en Omgevingsfactoren & Gezondheid - hierbij aan.

Ik moge onder uw aandacht brengen dat, alhoewel in de afgelopen jaren de algehele loodblootstelling voor de bevolking is afgenomen, zuigelingen in specifieke omstandigheden nog steeds een risicogroep vormen. Uit de bevindingen van de commissie blijkt dat zuigelingen die flesvoeding krijgen en wonen in huizen met loden drinkwaterleidingen een loodblootstelling kunnen ondervinden die gezondheidskundig te hoog wordt geacht. De aanbevelingen van de commissie om te komen tot verlaging van de blootstelling via drinkwater wil ik daarom gaarne onderstrepen.



prof. dr JA Knottnerus

Lood in drinkwater

Gezondheidsraad: Commissie Lood in drinkwater

aan

de Minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport

de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

Nr 1997/07, Rijswijk 28 april 1997

Dit advies kan als volgt worden aangehaald:

Gezondheidsraad: Commissie Lood in drinkwater. Lood in drinkwater. Rijswijk:
Gezondheidsraad, 1997; publicatie nr 1997/07.

auteursrecht voorbehouden

ISBN: 90-5549-159-4

Inhoud

Samenvatting, conclusies en aanbevelingen 9

- 1 Inleiding 13
 - 1.1 Historisch perspectief 13
 - 1.2 Lood in leidingwater 14
 - 1.3 De adviesaanvraag van de minister van VROM 15
 - 1.4 Commissie en opzet van dit advies 16
-

- 2 Blootstelling aan lood in Nederland 17
 - 2.1 Bronnen van uitwendige blootstelling 17
 - 2.1.1 Lucht 17
 - 2.1.2 Bodemdeeltjes en huisstof 18
 - 2.1.3 Voeding 18
 - 2.1.4 Drinkwater 19
 - 2.1.5 Andere bronnen 20
 - 2.2 Blootstelling van zuigelingen 20
 - 2.3 Blootstelling van kinderen en volwassenen 24
-

- 3 Gezondheidseffecten van blootstelling aan lood 29
 - 3.1 Kinetiek, inwendige blootstelling 29
 - 3.2 Gezondheidseffecten bij kinderen 31
 - 3.3 Gezondheidseffecten bij volwassenen 32
-

3.4	Conclusie	32
<hr/>		
4	Beïnvloeding van de blootstelling aan lood via drinkwater	35
4.1	Effectieve methode	35
4.2	Methoden waarvan de effectiviteit twijfelachtig is	36
4.3	Niet effectieve methode	37
4.4	Voorlichting	37
<hr/>		
5	Beantwoording van de adviesaanvraag	39
<hr/>		
	Literatuur	43
<hr/>		
	Bijlagen	47
A	De adviesaanvraag	49
B	De commissie	53
C	Loodafgifte door drinkwaterleidingssystemen	55
D	Lood in de voeding	57
E	Grootte van de risicogroep	67
<hr/>		
	Engelse vertaling	69

Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

In het voorliggende advies beantwoordt de Commissie ‘Lood in drinkwater’ van de Gezondheidsraad vragen van de Minister van VROM. Aanleiding tot die vragen vormden de door de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) voorgestelde verlaging van de norm voor lood in drinkwater en het voornemen van de Europese Unie (EU) deze norm binnen de EU verplicht te stellen. Volgens een ontwerp-richtlijn zou binnen vijf jaar de loodconcentratie in het drinkwater uit de kraan bij de consument thuis moeten voldoen aan de norm van 25 microgram per liter ($\mu\text{g/l}$) en binnen 15 jaar een waarde van 10 $\mu\text{g/l}$ niet mogen overschrijden. De vigerende norm voor lood in drinkwater in Nederland is 50 $\mu\text{g/l}$.

Bij het afleiden van de genoemde drinkwaternorm van 10 μg lood per liter drinkwater is de WHO uitgegaan van een maximaal te aanvaarden blootstelling aan lood van 25 microgram per kilogram lichaamsgewicht ($\mu\text{g/kg lg}$) per week oftewel gemiddeld 3,5 $\mu\text{g/kg lg}$ per dag. De WHO noemt deze waarde de ‘provisional tolerable weekly intake’ ofwel de PTWI. Deze waarde geldt voor ieder lid van de bevolking, dus ook zuigelingen. Uit onderzoek bij zuigelingen is gebleken dat bij een blootstelling boven de PTWI de lood-in-bloedwaarden stijgen en dat er een aanmerkelijke accumulatie van lood in het lichaam optreedt. Dit beschouwde de WHO als ongewenst voor de gezondheid.

De commissie acht, evenals de WHO, een stijging van lood-in-bloedwaarden en accumulatie van lood in het lichaam, ongewenst. Zij onderschrijft daarom de zienswijze dat een loodblootstelling niet hoger zou moeten zijn dan de PTWI. De commissie vindt het onmogelijk, op grond van de huidige stand van wetenschap, met

zekerheid een lood-in-bloedwaarde aan te geven waarbeneden geen nadelige gezondheidseffecten zijn te verwachten. Zij vindt het wel bewezen dat schade op het neurologisch of cognitief vlak kan ontstaan bij een loodblootstelling die lood-in-bloedwaarden van 100 µg/l of hoger tot gevolg heeft.

Om de bijdrage van de loden drinkwaterleidingen tot de loodblootstelling van de Nederlandse bevolking in kaart te brengen heeft de commissie, gebruik makend van gegevens over de loodconcentraties in de lucht, de voeding en het drinkwater, de totale loodblootstelling geschat.

Het drinkwater dat in Nederland door de drinkwaterbedrijven vanaf het pompstation wordt geleverd heeft door de bank genomen een loodconcentratie van ongeveer 1 µg/l. Van grote invloed op de uiteindelijke concentratie lood in het drinkwater bij de consument thuis is het materiaal van de tussenliggende drinkwatertransportleidingen. Is sprake van aanvoer via loden aansluitleidingen dan wel een loden drinkwaterinstallatie, dan acht de commissie een loodconcentratie in het leidingwater bij de consument thuis van 35 µg/l, representatief.

Het blijkt dat de voeding, daarbij inbegrepen het drinkwater, de voornaamste bron van loodname vormt: mogelijk geldt dit niet voor mensen met bepaalde beroepen. Als de loodconcentratie in het drinkwater 10 µg/l bedraagt, neemt naar schatting de bevolking van één jaar en ouder wekelijks ongeveer 3,5 µg lood per kilogram lichaamsgewicht in. Zou de loodconcentratie in drinkwater 35 µg/l bedragen dan is dit cijfer 7 µg lood per kilogram lichaamsgewicht. De bijdrage van het drinkwater aan de totale blootstelling bedraagt respectievelijk ongeveer 30% en 60%.

Zuigelingen (kinderen tot de leeftijd van één jaar) ondervinden gemiddeld genomen een hogere blootstelling aan lood per kilogram lichaamsgewicht dan andere leden van de bevolking. Dit is voornamelijk het gevolg van hun relatief grote energiebehoefte per kilogram lichaamsgewicht. Krijgt een zuigeling borstvoeding of flesvoeding met een gemiddelde loodconcentratie van 10 µg/l, dan is de wekelijkse loodblootstelling ongeveer 7 µg per kilogram lichaamsgewicht. Wordt flesvoeding gegeven met een loodconcentratie van 35 µg/l, dan varieert de gemiddelde wekelijkse loodblootstelling van de zuigeling in de eerste zes maanden tussen 24,5 en 38,5 µg per kilogram lichaamsgewicht en bedraagt ze in de zesde tot en met twaalfde maand ongeveer 21 µg per kilogram lichaamsgewicht per week.

De commissie constateert dat één bevolkingscategorie de door de WHO aanbevolen PTWI overschrijdt: de zuigeling die in de eerste zes maanden wordt gevoed met flesvoeding aangemaakt met drinkwater uit loden drinkwaterleidingen met een geschatte loodconcentratie van 35 µg/l. Naar schatting staan daardoor in ons land jaarlijks ongeveer 11 000 zuigelingen voor korte of langere tijd via flesvoeding bloot

aan loodconcentraties die de PTWI overschrijden. De commissie baseert deze schatting op het aantal huishoudens met een loden aansluitleiding of drinkwaterinstallatie en het percentage zuigelingen dat flesvoeding krijgt.

Om te voorkomen dat zuigelingen via flesvoeding blootstaan aan loodconcentraties die de PTWI overschrijden, adviseert de commissie de normverlaging zoals voorgesteld door de WHO, over te nemen. Dit betekent een verlaging van de norm tot 10 µg/l. Zij is van mening dat bij handhaving van de vigerende norm en daardoor het toestaan van de loodconcentratie in het drinkwater uit loden leidingen, de lood-in-bloedwaarden kunnen stijgen tot waarden (afhankelijk van de blootstelling van het kind tijdens de zwangerschap en de duur en mate van overschrijding van de PTWI) waarbij aangetoond is dat schade op neurologisch of cognitief vlak kan ontstaan.

De commissie acht sanering van de loden drinkwaterleidingen de meest effectieve aanpak om de loodconcentraties in drinkwater tot onder het gewenste niveau terug te dringen. Volgens de plannen van de drinkwaterbedrijven zullen de resterende loden aansluitleidingen voor het jaar 2000 zijn vervangen door leidingen van niet-loodafgevende materialen. De sanering van loden drinkwaterinstallaties zal waarschijnlijk meer tijd vergen. Tot die tijd vindt de commissie voorlichting aan ouders van zuigelingen die hun kind flesvoeding (willen) geven én wonen in een huis waar het drinkwater, bestemd voor de aanmaak van de flesvoeding, wordt aangevoerd door loden drinkwaterleidingen (aansluitleidingen of drinkwaterinstallaties) gewenst. Daar het overheidsbeleid is de bevolking te voorzien van drinkwater dat de gezondheid niet schaadt, vindt de commissie het in de lijn van verwachting liggen dat de overheid de panden met loden leidingen identificeert en de bewoners benadert, bij voorkeur nog voor de geboorte van een kind. Nadat de overheid de consumenten heeft ingelicht over de aan- dan wel afwezigheid van loden drinkwaterleidingen kan zij tevens de doelgroep specifiek benaderen met informatie over methoden die een lagere loodblootstelling voor de zuigeling tot gevolg hebben. Dit kan, bijvoorbeeld, via de vroedvrouw, de kraamzorg en het consultatiebureau voor zuigelingen. Verder moet bestaand voorlichtingsmateriaal van, bijvoorbeeld, de Inspectie voor de Gezondheid en het Voorlichtingsbureau voor de Voeding en de voorschriften op de verpakkingen van zuigelingenvoeding, worden aangepast.

De commissie pleit verder voor onderzoek naar het, overigens verboden gebruik van loodhoudend soldeer bij de aanleg van koperen drinkwaterinstallaties. Zij stelt voor om dit onderzoek te combineren met onderzoek naar de loodafgifte door andere materialen die worden gebruikt bij de aanleg van drinkwaterinstallaties, zoals polyvinylchloride (PVC), messing en brons.

Inleiding

1.1 Historisch perspectief

Beschrijvingen van gezondheidseffecten van blootstelling aan lood bestaan al meer dan 2000 jaar. In 200 v. Chr. deed de Griekse dichter en geneesheer Nicander verslag van klassieke symptomen van loodvergiftiging als loodkoliek, constipatie, gelaatsbleekheid en verlamingsverschijnselen (AIS94). De verschijnselen die Nicander beschrijft, doen zich voor bij relatief hoge blootstellingsniveaus. Dergelijke niveaus komen in Nederland in het algemeen niet in het milieu en de leefomgeving voor. In bijzondere gevallen, bijvoorbeeld in bepaalde arbeidssituaties, zijn ze nog mogelijk.

In 1908 boog een commissie van de Centrale Gezondheidsraad zich over het verschijnsel van loodafgifte aan het leidingwater in loden leidingen. Men was zich bewust van mogelijke gezondheidsschade door blootstelling aan lood en vroeg zich af of de blootstelling via leidingwater deze effecten kon veroorzaken. Die commissie beschreef de factoren die van invloed zijn op de afgifte van lood aan het leidingwater en op de resulterende loodconcentraties in het water. Ter voorkoming van het drinken van water met te hoge loodconcentraties, adviseerde zij bij de aanleg van leidingen gebruik te maken van loden buizen voorzien van een inwendige coating. Tevens werd geadviseerd vóór consumptie de leiding gedurende een bepaalde tijd door te spoelen (GR08).

Op grond van een geval van loodvergiftiging in Helden-Panningen en resultaten van experimenteel onderzoek met een aantal vrijwilligers, stelde een andere commissie

van de Gezondheidsraad in 1941 met het oog op gezondheidsbescherming een maximaal toelaatbare concentratie lood in drinkwater voor: 300 microgram per liter ($\mu\text{g/l}$) (GR41). In 1958 adviseerde de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO), in de eerste versie van de 'International Standards for Drinking Water', een drinkwaternorm voor lood van $100 \mu\text{g/l}$. Een later advies van de WHO (1984) is de basis geweest voor de thans in ons land vigerende norm van $50 \mu\text{g/l}$. De WHO stelde dat bij een loodconcentratie in het drinkwater van $50 \mu\text{g/l}$ of minder, de toen voor volwassenen en kinderen aangehouden 'provisional tolerable weekly intake' (PTWI) van $50 \mu\text{g/kilogram}$ lichaamsgewicht per week ($\mu\text{g/kg}$ lg per week) niet wordt overschreden (Qui90).

In 1993 adviseerde de WHO voor lood in drinkwater een maximumconcentratie van $10 \mu\text{g/l}$. Bij het afleiden van deze norm ging men ervan uit dat de blootstelling van zuigelingen aan lood niet hoger mag zijn dan $25 \mu\text{g/kg}$ lg per week. Deze PTWI-waarde is door een gezamenlijke werkgroep van de WHO en de Food and Agriculture Organization (FAO), de 'Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives' (JECFA) afgeleid op basis van de resultaten van kinetisch onderzoek (WHO86a, WHO87). Uit dat onderzoek bleek dat een blootstelling aan lood van ten minste $5 \mu\text{g/kg}$ lg per dag leidt tot een toename van de loodconcentraties in het bloed en tot een accumulatie van lood tot hogere concentraties in het lichaam dan in het geval van doses tussen 3 en $4 \mu\text{g/kg}$ lg per dag. Bij een dergelijke blootstelling blijven bovendien de lood-in-bloedwaarden constant. Bij het vaststellen van de nieuwe drinkwaternorm ging men vervolgens uit van een zuigeling van 5 kg die de helft van de dagelijkse portie lood binnenkrijgt via flesvoeding die is aangemaakt met 0,75 liter water. Zo'n zuigeling zou via de flesvoeding maximaal aan $25 \mu\text{g/kg}$ lg per week (ofwel $3,5 \mu\text{g/kg}$ lg per dag) mogen blootstaan, waaruit volgt dat het drinkwater ongeveer $10 \mu\text{g}$ lood per liter mag bevatten. Door de nieuwe norm te richten op een groep met een verhoogd risico, i.c. zuigelingen, beoogde de WHO de gehele populatie te beschermen tegen nadelige gezondheidseffecten van lood (WHO93). Deze benadering mag uniek genoemd worden, daar van geen andere stof bekend is dat bij het vaststellen van een maximale blootstelling wordt uitgegaan van onderzoeksresultaten met zuigelingen.

1.2 Lood in leidingwater

Water dat in Nederland thuis aan de kraan wordt afgetapt, draagt het keurmerk 'drinkwater'. Volgens het Waterleidingbesluit moet dit leidingwater van zodanige kwaliteit zijn dat het niet nadelig is voor de volksgezondheid. De Nederlandse drinkwaterbedrijven leveren jaarlijks ongeveer 1,3 miljard kubieke meter drinkwater aan zes miljoen huishoudens (Hov95). Dat gebeurt via een stelsel van transport-,

distributie- en dienstleidingen (aansluitleidingen genoemd) dat door de waterleidingbedrijven wordt beheerd en via binnenleidingen (drinkwaterinstallaties genoemd) die eigendom zijn van de woningeigenaar. De materialen van het leidingstelsel bepalen, afhankelijk van de kwaliteit van het doorgevoerde water, mede de samenstelling van het leidingwater bij de consument thuis.

De hoofd- en distributieleidingen van de waterleidingbedrijven in Nederland bestaan in hoofdzaak uit polyvinylchloride (PVC), asbest-cement en gietijzer. De gemiddelde loodconcentratie van drinkwater bij de drinkwaterproductiestations bedraagt over het algemeen minder dan 1 µg/l, met maxima van 10 µg/l (Ver92). De loodconcentraties in het drinkwater bij de consument kunnen hoger zijn dan die op het productiestation. Dit hangt af van het materiaal waarmee het leidingwater in contact komt tijdens het transport van het productiestation tot voorbij de kraan van de consument thuis. De particuliere drinkwaterinstallaties kunnen bijvoorbeeld van lood zijn, de meest voorkomende materialen echter zijn koper en in mindere mate, kunststof. Het gebruik van loden leidingen en loodhoudend soldeer bij de aanleg van koperen drinkwaterleidingen verhoogt de loodconcentraties in het doorgevoerde water. Loden leidingen vindt men vooral in leidingstelsels van vóór 1945. Het gebruik van loodhoudend soldeer is door de drinkwaterbedrijfstak sinds 1 maart 1995 verboden. Andere materialen die bij de aanleg van drinkwaterinstallaties worden gebruikt, zoals PVC (met loodzouten als stabilisator), messing en brons, kunnen eveneens lood aan het leidingwater afgeven. De mate van afgifte lijkt echter klein in vergelijking tot de afgifte door loden leidingen.

Op grond van een recente inventarisatie van de samenstelling van het Nederlandse drinkwaterleidingennet, heeft men het aantal nog in gebruik zijnde loden drinkwaterinstallaties en aansluitleidingen geschat op respectievelijk 450 000 en 393 000. Dit komt neer op ongeveer 7,5% van het totale aantal drinkwaterinstallaties en ongeveer 6,5% van het totale aantal aansluitleidingen. Volgens de plannen van de waterleidingbedrijven zijn de meeste loden aansluitleidingen vóór het jaar 2000 gesaneerd, een enkele uiterlijk vóór 2005 (DGM96, VEW94).

1.3 De adviesaanvraag van de minister van VROM

Rekening houdend met het advies van de WHO (zie 1.1) heeft de Europese Commissie voor lood in drinkwater een concept-richtlijn opgesteld. In verband met de daarin voorgestelde nieuwe norm van 10 µg/l die (bij het van kracht worden van de richtlijn) in ons land zou moeten worden gehanteerd, heeft de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) door tussenkomst van de minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS) op 10 maart 1995 de Gezondheidsraad gevraagd haar te informeren over de huidige stand van wetenschap met betrekking tot

de risico's van lood in drinkwater. De volledige tekst van de adviesaanvraag is opgenomen in bijlage A.

De minister vraagt in eerste instantie of de loodblootstelling vanuit gezondheidkundig oogpunt te hoog is. Zou de gezondheid beter gewaarborgd zijn door het vervangen van de vigerende norm van 50 µg/l door de nu voorgestelde van 10 µg/l? Ook wil de minister weten of de blootstelling via leidingwater specifieke groepen in de samenleving treft. Het tweede element omvat de vraag naar maatregelen die men kan nemen ter voorkóming van loodblootstelling. De minister noemt mogelijkheden als versnelde sanering van loden leidingen, het instellen van een gebruiksverbod op loodhoudend soldeer of het aanbrengen van een 'loodvrij' tappunt in huis.

1.4 Commissie en opzet van dit advies

Ter beantwoording van de vragen van de minister heeft de voorzitter van de Gezondheidsraad de commissie 'Lood in drinkwater' geïnstalleerd, hierna te noemen 'de commissie'. De samenstelling van de commissie is vermeld in bijlage B. Met het uitbrengen van het voorliggende advies kwijt de commissie zich van haar taak.

In hoofdstuk 2 bespreekt de commissie de blootstelling aan lood en het aandeel van drinkwater daarin, van de bevolking als geheel en van risicogroepen. Hoofdstuk 3 biedt een beschrijving van mogelijke nadelige gezondheidseffecten bij verschillende niveaus van blootstelling. In hoofdstuk 4 beschouwt de commissie mogelijkheden ter verlaging van de loodblootstelling. Ter afsluiting beantwoordt zij in hoofdstuk 5 de vragen van de minister expliciet.

Blootstelling aan lood in Nederland

2.1 Bronnen van uitwendige blootstelling

2.1.1 *Lucht*

In Nederland is het lood (in de vorm van anorganische loodverbindingen) in de lucht voornamelijk afkomstig van de verbranding van loodhoudende benzine in het verkeer. Door de geleidelijke beëindiging van het gebruik van loodhoudende benzine zal deze vorm van looduitstoot naar verwachting in het jaar 2010 zijn verdwenen (CCR95). Van Wijnen en collega's vergeleken (mediane) lood-in-bloedwaarden van één- tot zesjarige kinderen in eind jaren zeventig met die van kinderen in begin jaren negentig en vonden een algemene daling van deze waarden met meer dan 50%. Zij brengen deze daling in verband met de invoering van loodarme en loodvrije benzine (Wij96). Brunekreef toonde al eerder, aan de hand van metingen in stedelijk gebied, aan dat het verkeer een belangrijke invloed heeft op de loodblootstelling (Bru85). Andere bronnen van lood in de lucht zijn: de (metaal)industrie, elektriciteitscentrales en afvalverbrandingsinstallaties.

De jaargemiddelde loodconcentratie in de buitenlucht in Nederland* was in 1993 0,035 µg/m³. In steden met veel verkeer en industriële activiteiten is de gemiddelde concentratie hoger. Sinds 1994 blijkt in dergelijke omstandigheden op trottoirhoogte

* In Nederland mag de jaarlijkse mediane loodconcentratie in de lucht niet hoger zijn dan 0,5 µg/m³ en het 98-percentiel per etmaal niet hoger dan 2,0 µg/m³ (Sch94).

het jaargemiddelde echter niet meer boven $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ uit te komen. In de binnenlucht kunnen verhoogde loodconcentraties worden veroorzaakt door roken (CCR95).

2.1.2 Bodemdeeltjes en huisstof

De bodem wordt vooral door depositie van lood-aerosolen *diffuus* belast met lood (als gevolg van verkeers- en industriële emissie) en *lokaal* door stort (en soms verwaaiing van gestort materiaal) van afval, slakken en vlieggas van vuilverbrandingsinstallaties en steenkoolverbranders. Doordat lood zich hecht aan bodemdeeltjes, spoelt het slechts in geringe mate uit en hoopt het zich in de bodem op. De loodconcentraties in bodems van Nederlandse natuurgebieden variëren afhankelijk van de textuur en het gehalte organische stof (CCR90). In 1993 werden concentraties gemeten tussen de 8 en 127 milligram per kilogram droge stof (mg/kg ds). In vijftien landelijke gemeenten is in de periode 1986-1990 de loodconcentratie in de bodem van 'niet-verdachte' terreinen, gemiddeld over alle bodemtypes, bepaald op 27 mg/kg ds (CCR95). Als gevolg van lokale industrie en de verkeersuitstoot kan vooral de bodem en het straatstof in stedelijk gebied vervuild zijn met lood. De loodconcentratie in bodemmonsters in Arnhem, bijvoorbeeld, varieerden in 1994 tussen 15 en 925 mg/kg ds (Die94). In een drietal Rotterdamse straten, verschillend in drukte, werden (in 1994) geometrisch gemiddelde loodconcentraties in het straatstof gevonden van respectievelijk 556, 976 en 2346 $\mu\text{g}/\text{g}$ ds. Er bestond geen eenduidigheid over de herkomst van het lood in het straatstof (Kla97). Buiten stedelijke gebieden doen zich verhoogde loodconcentraties in de bodem voor op plaatsen als wegbermen, schietterreinen, bedrijfsterreinen, uiterwaarden en locaties waar havenslib is opgebracht (CCR95).

Stof binnenshuis bestaat niet alleen uit bodemdeeltjes of straatstof maar ook uit, onder meer, resten van vloerbedekking, haren en afgebladderde verfdeeltjes. Vooral bij gebruik van loodhoudende verf kunnen de concentraties sterk oplopen; in de Verenigde Staten wordt dit als een ernstig probleem beschouwd (EPA94). Verscheidene onderzoekers hebben een verband gevonden tussen de loodconcentraties in huisstof en de lood-in-bloedwaarden. Landrigan en collega's, bijvoorbeeld, vonden een dergelijke relatie in een populatie waarin de lood-in-bloedwaarden niet hoger waren dan 200 $\mu\text{g}/\text{l}$ (Lan96). De commissie verwacht dat verfdeeltjes in het huisstof in Nederland slechts een kleine bijdrage leveren aan het totale loodgehalte in het stof, omdat het gebruik van loodhoudende verf sinds de jaren zeventig in ons land verboden is.

2.1.3 Voeding

De loodblootstelling via de voeding is sterk afhankelijk van het soort voedsel en het eetpatroon. Beide zijn op hun beurt weer afhankelijk van de leeftijd van de consument. Zuigelingen, bijvoorbeeld, krijgen hoofdzakelijk moedermelk en flesvoeding*. Na ongeveer zes maanden wordt de melkvoeding in toenemende mate gecombineerd met bijvoeding (Bra93). De samenstelling van het voedsel van peuters vanaf één jaar lijkt qua samenstelling in toenemende mate op die van het voedsel van volwassenen.

Het loodgehalte in voedingsmiddelen is onder meer afhankelijk van de lokale omstandigheden waaronder voedingsgewassen worden geteeld en vee wordt gehouden. Factoren als bodemgesteldheid, luchtverontreiniging en loodgehalten in het veevoer, alsmede de aanwezigheid van lood in verpakkingsmateriaal en kookgerei, bepalen mede wat mensen uiteindelijk aan lood 'op hun bord' krijgen. In Nederland worden, in verschillende kwaliteitbewakingsprogramma's, de gehalten van bepaalde stoffen in agrarische producten gemeten. Daardoor zijn loodconcentraties bekend in bijvoorbeeld thee, tarwe, groenten, vis, gevogelte en dierlijke organen (Kla95).

2.1.4 Drinkwater

Zoals in 1.2 is opgemerkt, heeft het drinkwater dat in de meeste voorzieningsgebieden in Nederland wordt aangeleverd gemiddeld over het jaar een loodconcentratie van ten hoogste 1 µg/l. De uiteindelijke concentratie lood in het drinkwater bij de consument thuis hangt af van de wisselwerking tussen het leidingwater en het materiaal van het drinkwaterleidingennet. Lood komt in het water vooral voor in deeltjesvorm en in complexvorm met carbonaten en hydroxyl-ionen (Ver92). In een zuur milieu, zoals dat in de maag heerst, dissociëren deze verbindingen en komen loodionen vrij.

De wisselwerking tussen loden leidingen en het doorgevoerde leidingwater kan resulteren in loodconcentraties in het water van ettelijke honderden µg/l. De mate van verhoging van de loodconcentratie in het leidingwater wordt onder meer bepaald door de verblijftijd van het water in de leidingen (na 12 uren stilstand heeft de loodconcentratie in het water circa 90% van de verzadigingswaarde bereikt), de temperatuur, de zuurgraad en het bicarbonaatgehalte van het water, de lengte en diameter van de leidingen en of deze al dan niet aan de binnenzijde een afschermend laagje hebben (Hov86a). De commissie acht 35 µg/l een representatieve waarde voor

* Flesvoeding kan bestaan uit kant-en-klare flesvoeding en uit aangelengde flesvoeding. Onder aangelengde flesvoeding verstaat de commissie het product dat ontstaat door zuigelingenvoeding in poedervorm (zowel volledige als opvolg-zuigelingenvoeding) op te lossen in drinkwater. Afgekolfd melk die met behulp van de fles wordt gegeven, rekent de commissie niet tot flesvoeding.

de over een dag gemiddelde loodconcentratie in het leidingwater dat wordt aangevoerd via loden drinkwaterleidingen (aansluitleidingen of drinkwaterinstallaties). Zij baseert zich op uitkomsten van de 'loden-buizenproef' (zie bijlage C) en bepalingen van de gemiddelde loodconcentratie in monsters kraanwater bij de consument.

Leidingsystemen waarin loodhoudend soldeer is toegepast, kunnen vooral in de eerste maanden na aanleg aanzienlijke concentraties lood afgeven aan het leidingwater. De loodconcentraties in het water kunnen in die periode overeenkomen met de concentraties in drinkwater uit loden leidingsystemen. Afhankelijk van de mate waarin en de wijze waarop loodsoldeer is gebruikt, zal de grootste loodafgifte na enkele jaren voorbij zijn en zal de gemiddelde loodconcentratie dan niet hoger zijn dan 10 µg/l (Fre89, Lee89).

De loden leidingen die in Nederland nog vóórkomen, vindt men vooral in de oude binnensteden van Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Groningen (DGM96). Veel drinkwaterbedrijven in voorzieningsgebieden met water met een hoog loodoplossend vermogen en loden drinkwaterleidingen hebben een drinkwaterconditioneringsprogramma gestart. Door een combinatie van verlaging van het zuurgehalte en ontharding door verlaging van het bicarbonaatgehalte wisten zij de loodconcentraties in het drinkwater tot beneden de 50 µg/l terug te dringen (Hov95, Tie95, Ver92). In Schotland hebben drinkwaterbedrijven eenzelfde resultaat bereikt, waardoor binnen twee jaar de gemiddelde lood-in-bloedwaarden significant daalden (NRC93). Onderzoek in Glasgow, Groningen en Haarlem heeft aangetoond dat de aanwezigheid van loden drinkwaterleidingen in verband staat met verhoogde lood-in-bloedwaarden (Dui97, Min97, Wat96).

2.1.5 *Andere bronnen*

Gebruiksvoorwerpen van kristal of aardewerk afgewerkt met loodglazuur en loodgesoldeerde blikken, pannen of ketels kunnen lood afgeven aan voedselproducten of dranken. Consumptie van deze voedingsmiddelen of dranken betekent dan een verhoogde blootstelling aan lood (WHO96). DeMejia en collega's toonden aan dat het soort van voedsel en de wijze van bereiding van invloed is op het vrijkomen van lood uit loodgeglazuurd servies. Bereiding van relatief 'zuur' voedsel in genoemd servies leidde tot verhoogde lood-in-bloedwaarden (Mej97). Het in de mond nemen van voorwerpen waarin loodverbindingen zijn verwerkt, of die beschilderd zijn met loodhoudende verf of bedekt met loodhoudend (huis)stof, kan eveneens een verhoogde blootstelling aan lood inhouden.

2.2 Blootstelling van zuigelingen

De blootstelling van een zuigeling (leeftijd tot één jaar) vindt voornamelijk plaats via de voeding. Omdat zuigelingen en kinderen in het algemeen, per kilogram lichaamsgewicht een hogere energiebehoefte hebben dan volwassenen krijgen zij per kilogram lichaamsgewicht meer voedsel en inademingslucht binnen. Kinderen kunnen daardoor verhoudingsgewijze verhoogd aan lood blootstaan. Oraal ingenomen lood wordt bovendien door kinderen in hogere mate in de darmen geabsorbeerd dan door volwassenen (zie 2.4).

De voeding van een zuigeling bestaat voor een belangrijk deel uit melk die ofwel via de borst ofwel via de fles wordt gegeven. Uit cijfers (1995) blijkt dat de zuigeling in Nederland al snel voornamelijk flesvoeding krijgt: kort na de geboorte krijgt ongeveer 69% van de zuigelingen geheel of gedeeltelijk borstvoeding, ten tijde van de zesde week, de derde en zesde maand is dit percentage teruggelopen tot respectievelijk 56, 49 en 27 (CBS96). Na de twaalfde maand wordt vrijwel geen borstvoeding meer gegeven. De kans dat een zuigeling borstvoeding krijgt, neemt toe naarmate de moeder een hogere opleiding heeft genoten en minder rookt of drinkt (Geu93). De melkvoeding wordt na de eerste vijf tot zes maanden aangevuld met bijvoeding.

Om de loodblootstelling via de voeding van een zuigeling te schatten, maakt de commissie gebruik van het voedingsadvies uit het 'Nederlands Handboek Kindergeneeskunde' (Bra93) en van het GHI-bulletin 'Zuigelingenvoeding' (GHI91). Zij benadrukt dat in concrete gevallen in de praktijk de zuigelingenvoeding aanzienlijk kan afwijken van hetgeen waar zij in dit advies vanuit gaat: in de praktijk (op het consultatiebureau voor de zuigeling onder andere) wordt het dieet van de zuigeling aangepast aan zijn of haar individuele behoeften. De commissie is ervan uitgegaan dat de flesvoeding wordt bereid uit poedervormige loodvrije zuigelingenvoeding en leidingwater dat niet warm is afgetapt of verwarmd in een loodgesoldeerde (fluit)ketel. Is het laatste wel het geval, dan valt de blootstelling aan lood via de flesvoeding hoger uit.

Tabel 1 geeft een indruk van de loodblootstelling door flesvoeding bij gebruik van drinkwater met loodconcentraties van 10, 25, 35 en 50 µg/l. In de tabel is bij elke leeftijd tevens het gemiddelde lichaamsgewicht weergegeven. Er is geen onderscheid gemaakt naar geslacht (CBS86).

De loodblootstelling via de moedermelk is niet opgenomen. De loodconcentratie in de moedermelk is doorgaans ongeveer vijf tot tien procent van het loodgehalte in het bloed van de moeder (WHO95). Dit betekent dat een gemiddelde loodconcentratie in het bloed van de moeder van 45 µg/l (deze waarde is afgeleid van lood-in-bloedwaarden in navelstrengbloed; Dui95) resulteert in loodconcentraties in de

Tabel 1 Blootstelling van zuigelingen aan lood (in microgrammen lood per kilogram lichaamsgewicht per dag) via flesvoeding (zowel volledige zuigelingenvoeding als opvolg-zuigelingenvoeding) aangemaakt met drinkwater met loodconcentraties van 10, 25, 35 en 50 µg/l^a.

leeftijd in maanden (gewicht in kilogrammen)	totale hoeveelheid melkvoeding per dag in ml	totale blootstelling aan lood (µg/kg lg per dag) via aangelengde flesvoeding met water met de loodconcentraties:			
		10 µg/l	25 µg/l	35 µg/l	50 µg/l
0 - ½ (3,5)	500 - 600	1,3 - 1,6	3,3 - 3,9	4,6 - 5,5	6,5 - 7,8
½ - 1 (3,8)	550 - 650	1,3 - 1,6	3,3 - 3,9	4,6 - 5,5	6,5 - 7,8
1 - 2 (4,6)	600 - 700	1,2 - 1,4	3,0 - 3,5	4,3 - 4,8	5,9 - 6,9
2 - 3 (5,3)	700 - 800	1,2 - 1,4	3,0 - 3,5	4,2 - 4,8	6,0 - 6,8
3 - 4 (6,0)	800 - 900	1,2 - 1,4	3,0 - 3,5	4,3 - 4,8	6,1 - 6,8
4 - 5 (6,6)	850 - 950	1,2 - 1,3	2,9 - 3,3	4,1 - 4,6	5,8 - 6,5
5 - 6 (7,2)	850 - 1000	1,1 - 1,3	2,7 - 3,2	3,7 - 5,0	5,4 - 6,3
6 - 7 (7,7)	700 - 800	0,8 - 0,9	2,1 - 2,4	2,9 - 3,3	4,1 - 4,7
7 - 8 (8,2)	600 - 700	0,6 - 0,8	1,6 - 1,9	2,4 - 2,7	3,4 - 3,9
8 - 9 (8,5)	500 - 600	0,5 - 0,6	1,4 - 1,6	1,9 - 2,3	2,6 - 3,2
9 - 12 (9,4)	500 - 600	0,4 - 0,5	1,2 - 1,5	1,7 - 2,0	2,5 - 2,9

^a Voor de concentraties 10 en 50 µg/l is gekozen omdat deze respectievelijk de nieuw voorgestelde en de vigerende norm voor lood in drinkwater zijn. In de nieuwe EU-richtlijn voor lood in drinkwater wordt als 'interimnorm' 25 µg/l genoemd. Volgens die richtlijn dient binnen vijf jaar na het van kracht worden van de richtlijn aan deze norm te zijn voldaan. Tien jaar dáárna dient aan de norm van 10 µg/l te zijn voldaan. Zoals opgemerkt in 2.1.4, acht de commissie de waarde 35 µg/l representatief voor de gemiddelde loodconcentratie in het leidingwater aangevoerd via een loden leidingennet of mogelijk via een nieuw koperen leidingennet waarvoor bij installatie gebruik is gemaakt van loodhoudend soldeer.

moedermelk tussen 2,3 en 4,5 µg/l. Voor een zuigeling die per dag gemiddeld ongeveer 150 ml per kilogram lichaamsgewicht drinkt, komt dit neer op een dagelijkse loodblootstelling via borstvoeding tussen 0,3 en 0,7 µg/kg lg.

Uit tabel 1 blijkt dat de hoeveelheid melkvoeding tot de vijfde of zesde maand toeneemt en vervolgens afneemt. De loodblootstelling per kilogram lichaamsgewicht neemt daarentegen in de gehele periode af omdat het lichaamsgewicht verhoudingsgewijs meer toeneemt.

Vanaf de vijfde, zesde maand (soms eerder) krijgt de zuigeling ook bijvoeding. Die bestaat bijvoorbeeld uit enkele eetlepels groente, aardappel, peulvruchten, pap, yoghurt, ei, fruit, brood en broodbeleg. De zuigeling drinkt daarbij thee (eventueel met melk), water of aangelengd vruchtenconcentraat of -sap. Daarnaast wordt vaak ook kant-en-klare 'potjesvoeding' gebruikt. De commissie beschikt niet over informatie

over loodgehaltes in deze kant-en-klare voeding en laat derhalve de schatting van de loodblootstelling via deze voeding buiten beschouwing.

Om de loodblootstelling via zelfbereide bijvoeding te schatten, is gebruik gemaakt van het eerder genoemde voedingsadvies voor zuigelingen en van gegevens over gemiddelde loodconcentraties in voedingsmiddelen (Dok94). Uit de schatting blijkt dat de dagelijkse loodblootstelling via de bijvoeding in de vijfde tot achtste maand gemiddeld een waarde heeft tussen 0,1 en 0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ lg, afhankelijk van de loodconcentratie in het drinkwater (van 10 tot en met 50 $\mu\text{g}/\text{l}$). In de maanden daarna (maand acht tot en met twaalf) neemt de blootstelling aan lood door de bijvoeding maandelijks toe. Afhankelijk van de loodconcentratie in het drinkwater ligt deze dan gemiddeld tussen 0,7 en 1,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ lg per dag. In de berekening bleek vooral de consumptie van thee van invloed te zijn op de blootstelling (zie bijlage D).

Uitgaande van een loodblootstelling als gevolg van de inname (aangenomen hoeveelheid tussen 12,5 en 21 mg per dag; zie 2.3) van bodemdeeltjes en huisstof (aangenomen gemiddelde loodconcentratie 150 $\mu\text{g}/\text{g}$ ds; zie 2.1.2) door zuigelingen van zes maanden en ouder, moet bij de hierboven beschreven totale dagelijkse blootstelling ongeveer 0,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ lg worden opgeteld.

Behalve langs orale weg wordt de zuigeling nog via de lucht blootgesteld aan lood. Bij inademing van vier tot zes kubieke meter (m^3) lucht per dag met een gemiddelde loodconcentratie van 0,035 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (zie 2.1.1), zal een zuigeling dagelijks 0,02 tot 0,04 μg lood/kg lg binnenkrijgen. In stedelijk gebied zijn deze getallen een factor 5 tot 10 hoger (CCR95). Naarmate de ouders of verzorgers meer roken, kan de loodblootstelling via de binnenlucht toenemen.

Beschouwt men de beschreven loodblootstellingen van een zuigeling tezamen, dan blijkt dat de totale loodblootstelling per kilogram lichaamsgewicht het hoogst is in de eerste vijf tot zes maanden na de geboorte. De belangrijkste bijdrage levert in deze periode de melkvoeding. Als die bestaat uit flesvoeding die is aangemaakt met drinkwater met een gemiddelde loodconcentratie van 35 $\mu\text{g}/\text{l}$, dan ligt de gemiddelde wekelijkse loodblootstelling tussen 24,5 en 38,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ lg. Is de loodconcentratie in het drinkwater 50 $\mu\text{g}/\text{l}$, dan stijgen deze waarden tot respectievelijk 35 en 56 $\mu\text{g}/\text{kg}$ lg per week. Vanaf de zesde maand neemt de bijdrage van de bijvoeding toe. De totale blootstelling aan lood per kilogram lichaamsgewicht blijft echter dalen. Is de zuigeling rond de twaalf maanden oud dan is de totale dagelijkse loodblootstelling, uitgaande van een loodconcentratie in het drinkwater van 10, 35 en 50 $\mu\text{g}/\text{l}$, respectievelijk ongeveer 1,3, ruim 3 en ruim 4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ lg. Hiervan komt 60 tot 70 procent voor rekening van de flesvoeding als deze is aangemaakt met water met gemiddeld 35 of 50 μg lood per liter.

Gezien het aantal geboorten van ongeveer 196 000 en het percentage huishoudens van ongeveer 7,5% dat drinkwater betreft via loden drinkwaterleidingen (zie 1.2), lopen jaarlijks ongeveer 15 000 zuigelingen de kans flesvoeding te krijgen die is aangemaakt met leidingwater met een gemiddelde concentratie van 35 µg/l. Rekening houdend met het percentage zuigelingen dat borstvoeding krijgt, nemen ongeveer 11 000 zuigelingen als gevolg van flesvoeding in de eerste zes levensmaanden meer dan de PTWI van 25 µg lood per kg lichaamsgewicht per week in (zie bijlage E).

Op grond van deze constatering ziet de commissie de groep van zuigelingen als risicogroep ten aanzien van lood; zij hebben een relatief hoge blootstelling per kilogram lichaamsgewicht (GR85).

2.3 Blootstelling van kinderen en volwassenen

Om een indruk te krijgen van de totale loodblootstelling van kinderen ouder dan één jaar en volwassenen in Nederland is de commissie uitgegaan van blootstelling via de voeding en de inademingslucht. De gemiddelde loodname via de voeding is op verzoek van de commissie berekend door het RIKILT-DLO, in samenwerking met TNO-Voeding, door koppeling van voedselconsumptiegegevens uit 1992 (uit de Voedselconsumptiepeiling 1992; VCP'92) aan de meest recent gemeten loodgehalten in primaire agrarische producten (periode 1990-1995) en gegevens over loodgehalten in voedingsmiddelen (1988/1989). Zie bijlage D voor een beschrijving van de methode en de resultaten. Door in de berekeningen drie verschillende loodconcentraties (0, 10 en 35 µg/l) aan het drinkwater toe te kennen, werd een beeld verkregen van de mogelijke bijdrage van drinkwater aan de totale loodblootstelling via de voeding. De eventuele extra loodblootstelling door consumptie van voedsel dat gekookt is in loodhoudend water is moeilijk kwantificeerbaar en niet in de berekening opgenomen; de commissie meent echter dat deze niet hoog is.

Tabel 2 is een gecomprimeerde weergave van de uitkomsten. In de tabel zijn de geschatte gemiddelde loodblootstellingen in Nederland door de voeding weergegeven voor 1- tot 4-jarigen, 4- tot 19-jarigen, volwassenen, (19- tot 65-jarigen), ouderen (65+) en zwangeren. De commissie beschouwt de uitkomsten, gezien de beschikbare informatie, als de meest betrouwbare schattingen van de totale loodblootstelling via de voeding.

Uit tabel 2 blijkt dat de één- tot vierjarigen per kilogram lichaamsgewicht de hoogste blootstelling aan lood via de voeding ondervinden. Dit kan verklaard worden door hun hogere energiebehoefte per kilogram lichaamsgewicht. Afgeleid uit gegevens van de totale VCP-populatie, komt voor één individu, 0,9 liter (standaarddeviatie 0,5 liter) van de dagelijkse hoeveelheid van ongeveer twee liter vloeibaar voedsel (bijvoorbeeld soep, melk, limonades, koffie), voor rekening van drinkwater. Wanneer

Tabel 2 De geschatte gemiddelde loodblootstelling (in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lg per dag) via de voeding van kinderen (vanaf 1 jaar) en volwassenen naar cijfers van de VCP'92, berekend voor loodconcentraties 0, 10 en 35 μg per liter in het drinkwater.

populatie (gemiddelde lichaamsgewicht in kilo- grammen)	aantal perso- nen in de steekproef	gemiddelde blootstelling aan lood ($\mu\text{g}/\text{kg}$ lg per dag) bij een loodconcentratie in drinkwater van:		
		0 $\mu\text{g}/\text{l}$	10 $\mu\text{g}/\text{l}$	35 $\mu\text{g}/\text{l}$
totale VCP-populatie (58,3)	6218	0,36	0,5	0,87
1- tot 4-jarigen (13,5)	351	0,63	0,83	1,33
4- tot 19-jarigen (40,7)	1343	0,42	0,51	0,75
19- tot 65-jarigen (70,8)	4025	0,31	0,47	0,86
65-plussers (71,8)	499	0,36	0,51	0,9
zwangeren (68,8)	58	0,34	0,47	0,8

deze hoeveelheid een gemiddelde loodconcentratie heeft van 10 respectievelijk 35 $\mu\text{g}/\text{l}$ dan draagt zij voor ongeveer 30 en 60 procent bij aan de totale loodblootstelling via de voeding. De hoeveelheid 0,9 liter is in de berekeningen tot stand gekomen door de hoeveelheden drinkwater voor directe consumptie, thee, koffie en soep samen te nemen.

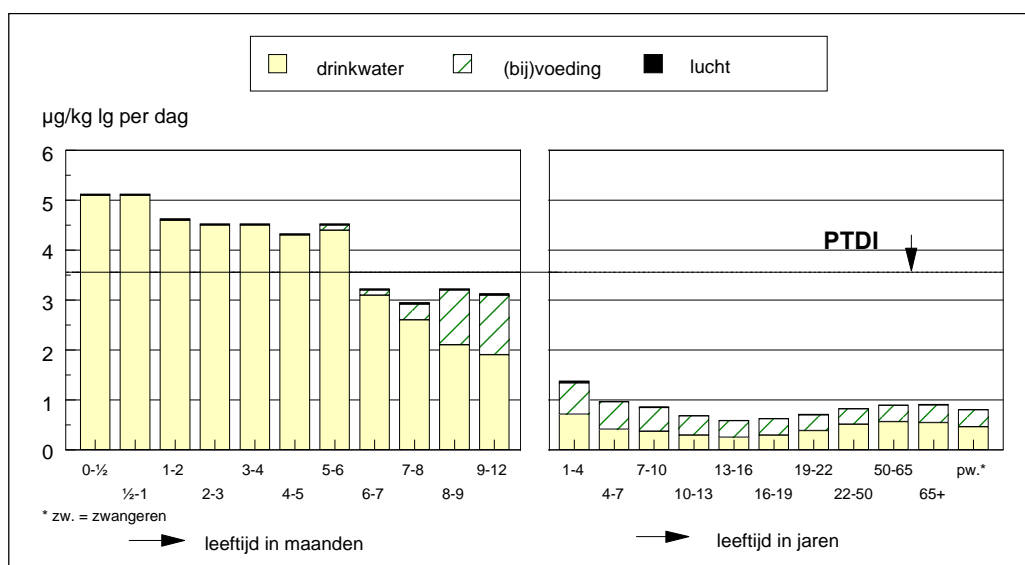
Om het beeld van de totale loodblootstelling te completeren, moet men rekening houden met de inneming van bodemdeeltjes of huisstof. De mate van inneming is leeftijdsafhankelijk. Kinderen in de leeftijd van één tot vier jaar nemen relatief meer bodemdeeltjes in dan oudere kinderen en volwassenen, door hun 'hand-mondgedrag' (Cla89). In Nederland vonden Clausing en collega's onder meer dat één- tot tweejarige stadskinderen bij mooi weer gemiddeld ongeveer 100 milligram (mg) bodemdeeltjes, droge stof (ds) per dag innemen. Ook van Wijnen vond een relatie tussen het weer en de mate van inname van bodemdeeltjes. Één- tot vijfjarigen verblijvend op crèches of campingterreinen namen een dagelijkse hoeveelheid bodemdeeltjes in tussen 0 en 90 mg ds, respectievelijk tussen 30 en 400 mg ds (Wij90). Stanek en collega's berekenden mediane innamen van gronddeeltjes van 13 en 138 mg per dag voor 50%, respectievelijk 95% van de bestudeerde (één- tot en met vierjarige) kinderen en gemiddelde hoeveelheden voor deze groepen van kinderen van respectievelijk 45 en 208 mg per dag (Sta95). De WHO gaat in een recente evaluatie ervan uit dat jonge kinderen dagelijks een hoeveelheid bodemdeeltjes innemen van 12,5 tot 21 mg (WHO95). Calabrese en collega's gaan voor volwassenen uit van een gemiddelde inname van ongeveer 50 mg per dag (Cal90).

Door de verscheidenheid in informatie omtrent ingenomen hoeveelheden bodemdeeltjes en huisstof en de loodconcentratie daarin, heeft de commissie een schatting gemaakt. Één- tot vierjarigen verdienen in dit verband bijzondere aandacht,

omdat zij via 'hand-mondgedrag' relatief veel bodemdeeltjes en huisstof binnenkrijgen. Vooral in gebieden met lood vervuilde bodems (oude binnensteden) lopen zij de kans om aan hogere concentraties lood bloot te staan. Als een kind dagelijks ongeveer 100 milligram bodemstof inneemt (een niet onrealistische hoeveelheid, zie boven) met een gemiddelde loodconcentratie van 150 mg/kg ds (zie 2.1.2), betekent dit een dagelijkse extra loodblootstelling van ongeveer 1 µg per kilogram lichaamsgewicht.

Kinderen blijken in de binnensteden een hogere loodblootstelling te ondervinden. Lood-in-bloedwaarden van kinderen in de binnensteden van Amsterdam en Rotterdam werden vergeleken met die van kinderen daarbuiten. De kinderen hadden respectievelijk een gemiddelde lood-in-bloedwaarde van 64 en 45 µg/l. Het percentage met een lood-in-bloedwaarde van 100 tot 150 µg/l respectievelijk hoger dan 150 µg/l, was in de binnenstad respectievelijk 6,7 en 2,7, daarbuiten 2 respectievelijk 0 (Wij96).

Bij de bepaling van de loodblootstelling via de lucht is de commissie uitgegaan van een jaargemiddelde loodconcentratie in de lucht van 0,035 µg/m³ (zie 2.1.1) en een dagelijks door mensen ouder dan één jaar ingeademd luchtvolume tussen 6 en 18 m³ (WHO86b). Dit betekent een extra dagelijkse loodblootstelling via de lucht tussen 0,2 en 0,8 µg. Per kilogram lichaamsgewicht betekent dit voor alle leeftijden ongeveer 0,01 µg/kg lg per dag. In stedelijk gebied kan deze loodblootstelling enige malen hoger zijn.



Figuur 1 Bijdragen tot de totale dagelijkse loodblootstelling (in microgram per kilogram lichaamsgewicht) door inname van drinkwater, inademen en consumeren van voedsel als functie van de leeftijd bij een loodconcentratie in het drinkwater van 35 µg/l.

In tegenstelling tot de zuigelingen die flesvoeding krijgen, vormen de kinderen van één jaar en ouder en volwassenen, op grond van de schatting van de gemiddelde loodblootstelling, géén risicogroep ten aanzien van lood (dit zou anders kunnen liggen voor bepaalde beroepen in bijvoorbeeld de metaalindustrie of (auto)recycle-industrie). De geschatte loodconcentratie in het drinkwater uit loden leidingen leidt in géén van de leeftijdscategorieën tot een totale wekelijkse loodblootstelling die hoger is dan 25 µg/kg lg.

Figuur 1 geeft de geschatte totale loodblootstelling zoals beschreven in het voorgaande, als functie van de leeftijd. Als loodbronnen zijn de lucht en de voeding beschouwd, waarbij voor de loodconcentratie in het leidingwater 35 µg/l is gekozen. De in de figuur met PTDI aangeduide lijn, representeert de door de WHO aanbevolen 'provisional tolerable weekly intake' (PTWI) gedeeld door zeven (zie 1.1). Voor de zuigelingen is de consumptie van thee inbegrepen in de (bij)voeding; voor de kinderen van één jaar en ouder en voor volwassenen is de consumptie van thee samen met koffie en soepen inbegrepen in die van drinkwater.

De figuur laat zien dat zuigelingen per kilogram lichaamsgewicht de hoogste blootstelling aan lood ondervinden. De blootstelling overschrijdt de eerste zes maanden het PTWI-niveau. Eén- tot vierjarigen krijgen, omgerekend, wekelijks ongeveer 10,5 µg/kg lg binnen. De gemiddelde totale blootstelling voor vijfjarigen en ouderen is hooguit 7 µg/kg lg per week. De blootstelling van zwangeren is in dezelfde orde van grootte. Houdt men bij één- tot vierjarigen bovendien rekening met loodblootstelling door inname van bodemdeeltjes en huisstof zoals geschat, dan wordt de totale blootstelling met ongeveer een factor 1,7 groter, te weten ongeveer 17,5 µg/kg lg per week.

Gezondheidseffecten van blootstelling aan lood

3.1 Kinetiek, inwendige blootstelling

In het voorgaande is een beschrijving gegeven van bronnen van lood en de mate van blootstelling daaraan door individuen van verschillende leeftijden. Blootstelling aan een stof definieerde een andere commissie van de Gezondheidsraad eerder als: "... het in aanraking komen van een organisme met een stof zó dat deze vervolgens op het mechanisme kan inwerken." (GR96). Deze (*uitwendige*) blootstelling wordt vaak uitgedrukt in hoeveelheden per kilogram lichaamsgewicht en aangeduid als dosis. Afhankelijk van de blootstellingsroute en de vorm waarin de stof aan het organisme wordt 'aangeboden', komt een deel van de dosis in het lichaam. De hoeveelheid in het lichaam wordt lichaamsbelasting genoemd (of inwendige blootstelling); ze is een resultante van de mate van blootstelling, het proces van opname en uitscheiding door en tussen de verschillende weefsels en organen en de uitscheiding door het lichaam.

In het lichaam opgenomen lood blijkt zich in hoofdzaak over drie lichaamscompartimenten te verdelen: het bloed, de zachte weefsels (lever, nier, zenuwweefsel) en het bot. Bij volwassenen komt ongeveer 1, 9 en 90% in de respectievelijke compartimenten terecht (WHO95). Bij kinderen is deze verdeling ongeveer 1, 29 en 70% (CCR95). Het lood wordt uitgescheiden via de nieren (ca. 76%), het maagdarmkanaal (ca. 16%) en via zweet, gal, haren en nagels (ca. 8%). Lood kan eveneens het lichaam verlaten via de moedermelk. De loodconcentratie in de moedermelk bedraagt 5 tot 10 procent van de loodconcentratie in het bloed van de moeder. De loodconcentra-

ties in de verschillende compartimenten vormen, afhankelijk van hun halveringstijd* in het lichaam, een afspiegeling van de loodblootstelling in de voorafgegangene periode. Halveringstijden van lood in bloed, zachte weefsels en bot zijn achtereenvolgens ongeveer 36 en 40 dagen en 30 jaar (WHO95). In onderzoek wordt voor de inschatting van de blootstelling het meest frequent van de lood-in-bloedwaarde gebruik gemaakt.

De mate van loodabsorptie door de longen wordt beïnvloed door factoren als de deeltjesgrootte en de ademfrequentie. Bij volwassenen wordt uitgegaan van een absorptie die kan liggen tussen 30% en 50% van de hoeveelheid die wordt ingeademd. De absorptie bij kinderen is vergelijkbaar of mogelijk hoger (WHO95).

De absorptie van oraal ingenomen lood (en van de fractie die via ademhaling in de bovenste luchtwegen is afgevangen en vervolgens in de maag terecht komt) is onder meer afhankelijk van de leeftijd van de blootgestelde. Bij volwassenen bedraagt ze ongeveer 10%, bij kinderen tot de leeftijd van zes jaar ongeveer 40% á 50%. De absorptie in het maagdarmkanaal neemt toe wanneer lood wordt aangeboden tijdens periodes van vasten en periodes gelegen tussen de maaltijden. Bij volwassenen kan de absorptie dan oplopen tot 35% (Sar94). Andere factoren die de mate van absorptie beïnvloeden, zijn de chemische en fysische vorm waarin het lood de blootgestelde bereikt, de voeding en voedingstoestand van de blootgestelde en factoren die te maken hebben met de voedselvertering. De calciuminname, bijvoorbeeld, is, evenals de ijzerinname (alsmede de ijzerstatus), negatief gecorreleerd met de lood-in-bloedwaarde (WHO96). Bij vrouwen in de reproductieve leeftijd is dit gegeven van betekenis omdat zij vaak een lagere ijzerstatus hebben (Sta95).

De WHO stelt dat een verhoging van de blootstelling via het voedsel met 1 µg per dag voor volwassenen respectievelijk kinderen (in beide gevallen niet gecorrigeerd voor het lichaamsgewicht), na instelling van het nieuwe evenwicht in het lichaam, leidt tot een verhoging van de lood-in-bloedwaarde van respectievelijk ongeveer 0,5 µg/l en 1,6 µg/l. Deze relatie geldt voor het gebied waarin de blootstelling relatief laag is (WHO86b, WHO95).

In onderzoek naar de relatie tussen loodblootstelling via voeding bij jonge kinderen (ongeveer 4 jaar) en de lood-in-bloedwaarde bleek de (fecale en urinale) excretie van lood door het lichaam meestal groter te zijn dan de inname wanneer deze laatste lager was dan 5 µg/kg lg per dag. Bij een blootstelling van ongeveer 5 µg/kg lg per dag was de retentie van lood in het lichaam ongeveer 0,43 µg/kg lg per dag wat voor een vierjarige betekent dat de lood-in-bloedwaarde na ongeveer zes maanden blootstelling, 10 - 20 µg/l zal zijn gestegen (Zie 78).

* Halveringstijd: de tijdsduur waarin de hoeveelheid van een stof in het lichaam door uitscheiding wordt gehalveerd (afkorting: T_{1/2}).

Bij zuigelingen bleven in de eerste zes maanden bij een dagelijkse blootstelling van 3 tot 4 µg/kg lg de lood-in-bloedwaarden ongeveer constant; ze verdubbelden bij een dagelijkse blootstelling die lag tussen 8 en 9 µg/kg lg (Ryu83, Ryu85).

3.2 Gezondheidseffecten bij kinderen

Al vóór de geboorte staat een kind bloot aan lood. Dit kan tot een blijvend, waarneembaar effect op de mentale ontwikkeling leiden. Dit verschijnsel kan zich voordoen bij lood-in-bloedwaarden van de zwangere groter dan 100 µg/l. Ook worden een verlaagd geboortegewicht en een verkorte zwangerschapsduur in verband gebracht met blootstellingen die leiden tot lood-in-bloedwaarden tussen 100 en 150 µg/l. De zwangerschap wordt algemeen als een risicovolle periode ten aanzien van neurotoxische stoffen zoals lood gezien omdat het kind dan een zich ontwikkelend, onvolledig beschermd neurologisch systeem heeft (NRC93). Met betrekking tot lood komt daarbij dat een vrouw tijdens de zwangerschap in verhoogde mate lood uit het bot vrijmaakt (Sil90) en door een in het algemeen lagere ijzerstatus relatief veel lood uit het voedsel absorbeert (zie 3.1). Daardoor staat de vrucht aan verhoogde loodconcentraties bloot.

Een van de eerste reacties van het lichaam door blootstelling aan lood is een verlaagde activiteit van het δ-aminolaevulinezuur-dehydratase (ALAD) enzym. Dit verschijnsel kan zich bij kinderen voordoen bij lood-in-bloedwaarden vanaf 30 µg/l en gaat gepaard met een verhoogde activiteit van ALA-synthase wat remmend werkt op de haemsynthese (WHO95). Het is niet bekend of een dergelijke verandering in de enzymactiviteit op de lange termijn schadelijk is voor de gezondheid. De commissie acht dit echter niet uitgesloten.

Loodblootstelling leidend tot lood-in-bloedwaarden vanaf 100 µg/l en hoger worden met effecten op het neurologische en cognitieve vlak, zoals een achterstand in de gedragsontwikkeling en een verlaagd IQ, in verband gebracht (Bel94, Goy93, McM95, NRC93, Poc94, Ton96). Een verdubbeling van de lood-in-bloedwaarde van 100 naar 200 µg/l bij vier- tot tienjarigen zou een IQ-daling tussen 0 en 5 punten tot gevolg hebben (SAHC93). In een aantal onderzoeken wordt beschreven dat er geen eenduidige lood-in-bloedwaarde ('threshold value') lijkt te bestaan vanaf welke, effecten op neurologisch of cognitief vlak kunnen ontstaan. Beschreven relaties tussen lood-in-bloedwaarden en neurologisch en neuromotorisch functioneren doen veronderstellen dat effecten al optreden bij lood-in-bloedwaarden lager dan 100 µg/l (NRC93, Win94).

In het gebied tussen 150 en 200 µg/l reageert het lichaam met verhoogde erytrocyt-protoporfyrinegehalten (die te maken hebben met de aanmaak van rode bloedcellen) en raakt het vitamine D-metabolisme verstoord. Bij lood-in-bloedwaarden

van 250 µg/l of hoger zijn effecten als een verlaagd hemoglobinegehalte en een vertraagde reactietijd mogelijk, bij waarden van 300 µg/l of meer is de zenuwgeleiding vertraagd. Leidt een blootstelling tot lood-in-bloedwaarden hoger dan 700 µg/l, dan worden bij kinderen effecten als bloedarmoede en perifere neuropathie (zenuwaandoening, mogelijk gekenmerkt door lastig gedrag, onrust; Coë74) gevonden. Bij waarden van 1000 µg/l of hoger kan ernstige hersenbeschadiging optreden (NRC93). Loodkoliek, één van de ‘klassieke’ symptomen (zie 1.1) kan zich dan eveneens voordoen.

3.3 Gezondheidseffecten bij volwassenen

Evenals bij kinderen, wordt bij volwassenen een verhoogde ALAD-enzymactiviteit geconstateerd bij lood-in-bloedwaarden rond 50 µg/l en hoger (NRC93). Silbergeld en collega's veronderstellen dat er geen drempelwaarde voor de effecten (op neurologisch vlak) van blootstelling aan lood bestaat voor welke leeftijd dan ook en de effecten vaak irreversibel zijn (Sil90).

Gesteld wordt dat een blootstelling die leidt tot een lood-in-bloedwaarde tussen 100 en 150 µg/l, een verhoogde bloeddruk tot gevolg kan hebben (NRC93). Een lood-in-bloedwaarde die tot op het moment van meting bij de volwassene 200 µg/l of meer is geweest, wordt in verband gebracht met een verhoging van de diastolische en systolische bloeddruk met respectievelijk 0,5 en 1 mm kwik (1 mm kwik (Hg) = 0,135 kPa). Deze verhoging wordt niet van grote betekenis voor de volksgezondheid geacht (Sta95). Bij vrouwen kan een toename van het erytrocyt-protoporfyrinegehalte optreden vanaf een lood-in-bloedwaarde van 150 µg/l, terwijl bij mannen dit effect kan optreden bij waarden vanaf 250 µg/l. Een vertraagde zenuwgeleiding alsmede verstoring van de aanmaak van rode bloedcellen (zichtbaar door verhoogde concentraties ALA en coproporfyrine in urine) komen voor bij lood-in-bloedwaarden boven 400 µg/l. Lood-in-bloedwaarden hoger dan 500 µg/l zijn in verband gebracht met een verlaagd hemoglobinegehalte, herkenbare sub-encefalopathische neurologische symptomen (mogelijk krampen of psychische depressie: Coë74) en een veranderde testiculaire functie. Bij lood-in-bloedwaarden boven de 600 µg/l treden bij vrouwen effecten ten aanzien van de reproductie op en bij lood-in-bloedwaarden hoger dan 800 µg/l kan bloedarmoede optreden. Evenals bij kinderen, kan bij volwassenen bij blootstellingen die leiden tot lood-in-bloedwaarden van 1000 µg/l of hoger, hersenbeschadiging optreden. Bij deze waarden kan eveneens nierdisfunctie ontstaan (chronische nefropathie) (NRC93).

3.4 Conclusie

In het vorige hoofdstuk is gebleken dat bij zuigelingen die flesvoeding krijgen, de PTWI kan worden overschreden. Als gevolg van deze blootstelling zal de lood-in-bloedwaarde stijgen, mogelijk tot hoger dan 100 µg/l en zal lood in het lichaam accumuleren. De commissie vindt het bewezen dat in een blootstellingssituatie waarbij lood-in-bloedwaarden ontstaan van 100 µg/l of hoger, effecten op het neurologisch of cognitief vlak kunnen ontstaan. Of bij genoemde zuigelingen dit ook daadwerkelijk gebeurt, kan de commissie niet met zekerheid zeggen. De commissie sluit evenmin uit dat blootstellingen die tot lood-in-bloedwaarden lager dan 100 µg/l leiden, gezondheidsschadelijk zijn. Zij refereert daarbij aan onderzoek waarin lood-in-bloedwaarden in de range van 50 tot 150 µg/l negatief gecorreleerd bleken met de mate van ontwikkeling van kinderen die zowel pre- als postnataal aan lood waren blootgesteld (NRC93).

De commissie is van mening dat vooralsnog geen gezondheidsschade is aangetoond bij lood-in-bloedwaarden tot ongeveer 50 µg/l. Wel treden bij deze niveaus biochemische veranderingen op, zoals veranderde ALAD-niveaus, waarvan de betekenis voor de gezondheid onduidelijk is. De meeste kinderen in Nederland lijken lood-in-bloedwaarden te hebben die rond de 50 µg/l liggen. Een bepaald gedeelte heeft echter nog lood-in-bloedwaarden die hoger zijn dan 100 of 150 µg/l. Uit recente metingen van lood-in-bloedwaarden bij pasgeborenen in Groningen en jonge kinderen in Rotterdam en Amsterdam, blijken gemiddelde concentraties tussen 45 en 65 µg/l. Van de kinderen in de binnenstad van Amsterdam en Rotterdam had in 1992, 6,7% en 2,7% een lood-in-bloedwaarde die hoger was dan 100, respectievelijk 150 µg/l (Dui95, Wij96). De commissie benadrukt dat kinderen al van voor de geboorte tot en met het tweede levensjaar gevoeliger zijn voor lood dan ouderen wat hen tot risicogroep ten aanzien van loodblootstelling maakt. De waargenomen effecten op het neurologische en cognitieve vlak zijn bovendien vaak irreversibel. Verder wonen kinderen die drinkwater betrekken via loden leidingen, vaak in een omgeving waar de blootstelling via andere routes, zoals inademing en inname van bodemdeeltjes en huisstof, eveneens hoger is dan elders.

Uitgaande van gemiddelde lood-in-bloedwaarden voor volwassenen zoals in 1994 gemeten bij volwassenen in Groningen liggend rond 48 µg/l (Dui97), verwacht de commissie bij de huidige blootstelling voor volwassenen geen nadelige effecten op de gezondheid.

Beïnvloeding van de blootstelling aan lood via drinkwater

In dit hoofdstuk beschrijft de commissie een aantal methoden om de loodconcentratie in het drinkwater te verminderen. De commissie beoordeelt een methode als effectief wanneer toepassing daarvan leidt tot een loodconcentratie in het drinkwater die gelijk aan of lager is dan 10 µg/l. Deze concentratie garandeert dat zuigelingen via flesvoeding een totale wekelijkse loodblootstelling ondervinden die lager is dan 25 µg/kg lg (zie 2.2).

Een methode beoordeelt zij als twijfelachtig wanneer het gedrag van consumenten bepalend is voor de effectiviteit en wanneer de methode alleen onder profomstandigheden effectief is gebleken. Een niet effectieve methode levert in geen geval een loodconcentratie op die gelijk aan of lager is dan 10 µg/l.

4.1 Effectieve methode

Sanering van de loden aansluitleidingen en drinkwaterinstallaties

Sanering houdt in: vervanging van het lood door materialen die geen lood afgeven. De commissie beschouwt sanering als de meest effectieve ingreep. Voor een succesvolle aanpak zullen zowel loden aansluitleidingen als loden drinkwaterinstallaties moeten worden gesaneerd.

Constructiewijzen waarbij geen gebruik wordt gemaakt van loodhoudend soldeer of loodafgevend materiaal zijn bijvoorbeeld: solderen met tin-zilver- of tin-kopersoldeer of toepassing van knelfittingen. Om loodhoudende materialen (zoals

messing) volledig te vermijden, kunnen koperen leidingen met koperen (knel)fittingen worden aangelegd of kunststof leidingsystemen met dito hulpstukken (Sla95).

4.2 Methoden waarvan de effectiviteit twijfelachtig is

Installatie van een loodvrij tappunt

Bij een loodvrij tappunt wordt gedacht aan een extra leiding van niet loodafgevend materiaal die wordt aangesloten op het loodvrije aansluitleidingennet. Bij voorkeur wordt dit tappunt aangelegd in de ruimte waar het meest frequent leidingwater wordt getapt voor consumptie- of kookdoeleinden.

Het gedrag van de consument bepaalt in sterke mate de effectiviteit van het loodvrije tappunt.

Doorspoelen

Het doorspoelen van een leiding alvorens water af te tappen voor consumptie, verlaagt de loodconcentratie in het drinkwater aanzienlijk. Doorspoelen biedt echter geen garantie voor loodconcentraties lager dan 10 µg/l. Zo blijkt uit onderzoek dat na twee minuten doorstromen nog steeds loodgehalten tot 25 µg/l kunnen voorkomen. Met name in gebieden met water met een loodoplossend vermogen (bepaald aan de hand van de loden-buizenproef) boven de 200 µg/l en in panden met loden leidingen langer dan 25 meter, is doorspoelen van de leiding alvorens water af te tappen geen afdoende middel om 10 µg/l te halen (Sla95). Een te krachtig doorspoelen kan looddeeltjes losmaken en daarmee een hogere loodblootstelling via drinkwater in de hand werken.

De commissie schaaft deze methode niet onder de effectieve methoden, niet alleen omdat het gedrag van de consument de effectiviteit bepaalt maar ook omdat de lokale praktijksituatie daarop van invloed is. Verder strookt een advies tot doorspoelen van drinkwater niet met het beleid van een aantal drinkwaterbedrijven dat gericht is op het zuinig omgaan met drinkwater.

'PET-lining'

'PET-lining' behelst het aanbrengen van een laagje polyetheentereftalaat op de binnenkant van de loden leiding. De techniek is succesvol toegepast en effectief gebleken bij *aansluitleidingen*. Doordat de karakteristiek van het buizenstelsel van een loden *drinkwaterinstallatie* verschilt (middels een kleinere doorsnee en 'knikpunten' in de leidingen) van een aansluitleiding, is deze techniek vooralsnog niet toepasbaar

gebleken bij drinkwaterinstallaties. PET-lining van de aansluitleiding is daarom alleen effectief wanneer deze is aangesloten op een niet-loden drinkwaterinstallatie.

Toevoeging van inhibitoren aan het leidingwater

De metaalafgifte door leidingmateriaal kan worden verminderd door toevoeging van bepaalde stoffen, zogeheten inhibitoren aan het drinkwater. De inhibitor vormt met ionen uit het water of uit de leidingwand slecht oplosbare zouten. Voorbeelden van inhibitoren zijn ortho- en polyfosfaten (zink-orthofosfaat) en silicaten (Lee89). Uit onderzoek is niet duidelijk gebleken welke inhibitor de loodafgifte het meest effectief tegengaat. Blijkens berekeningen kan de toevoeging van fosfaten de loodconcentratie in het drinkwater uit loden leidingen tot minder dan 10 µg/l terugbrengen. In de praktijk heeft men concentraties tussen 10 en 30 µg/l bereikt. Een nadeel van het gebruik van inhibitoren ligt in de mogelijke aangroei van bacteriën en plankton in de leidingen en de verhoogde concentraties fosfaat in afvalwater (Hov86b, Sch89, Wag92).

4.3 Niet effectieve methode

Conditionering

Conditionering houdt een vermindering van het zure gehalte van het water in en ontharding door verlaging van het bicarbonaatgehalte. Dit leidt tot verlaging van ondermeer de loodconcentratie in het leidingwater (Tie95). Met de methoden die hiervoor thans worden toegepast, is het niet mogelijk de gemiddelde loodconcentratie in het leidingwater tot minder dan 10 µg/l terug te brengen (Ver92).

4.4 Voorlichting

In lijn met haar conclusies over de effecten van loodblootstelling op de gezondheid en vooruitlopend op het treffen van afdoende maatregelen, acht de commissie het van belang actie te ondernemen. Op korte termijn is voorlichting, in het bijzonder gericht op beperking van de blootstelling van zuigelingen wonend in huizen met loden aansluitleidingen of drinkwaterinstallaties, daarom wenselijk. De doelgroep van deze voorlichting wordt gevormd door ouders die geen borstvoeding geven en voor de aanmaak van zuigelingenvoeding zijn aangewezen op drinkwater dat afkomstig is uit loden drinkwaterleidingen. Het is overheidsbeleid de bevolking te voorzien van drinkwater dat de gezondheid niet schaadt. De commissie vindt het in de lijn van

verwachting liggen dat de overheid de panden met loden drinkwaterleidingen identificeert en de bewoners ervan benadert.

Nadat consumenten zijn ingelicht over de aan- danwel afwezigheid van loden drinkwaterleidingen, moeten zij als doelgroep specifiek worden benaderd via bijvoorbeeld de behandelend arts, gynaecoloog of vroedvrouw, de kraamzorg, de kinderarts, het ziekenhuis, het consultatiebureau voor zuigelingen, de gemeente of de GGD's. De ouders uit de doelgroep moeten tevens op eigen initiatief informatie kunnen verkrijgen bij genoemde personen of instanties en uit handboeken en tijdschriften die voor hen geschreven zijn. Verder moet bestaand voorlichtingsmateriaal van, bijvoorbeeld, de Inspectie voor de Gezondheid en het Voorlichtingsbureau voor de Voeding en de voorschriften op de verpakkingen van zuigelingenvoeding, worden aangepast.

De commissie meent dat bij de voorlichting gericht op de doelgroep, aandacht moet worden besteed aan:

- sanering van de eigen loden drinkwaterinstallatie;
- het vermijden van het gebruik van drinkwater uit loden leidingen voor de aanmaak van flesvoeding door:
 - het geven van kant-en-klare flesvoeding of;
 - het aanmaken van flesvoeding met bronwater.

Opgemerkt zij dat bronwater uiteraard ook niet meer dan 10 µg lood per liter mag bevatten. Uit de cijfers van de halfjaarlijkse kwaliteitscontroles van bronwater (afgelopen tien jaar), blijkt dat de loodconcentraties in geen geval hoger dan 5 µg/l en in de meeste gevallen niet detecteerbaar zijn (detectielimiet: 1 µg/l; Buu97).

Beantwoording van de adviesaanvraag

Effect van verlaging van de norm

Vraag 1 Wat is het oordeel van de Gezondheidsraad over de aanscherping van de loodnorm in drinkwater (waarbij ik u verzoek in uw antwoord mede te willen betrekken de eventuele loodbelasting vanuit andere bronnen en dit toe te spitsen op de Nederlandse situatie)?

Bij het afleiden van een advieswaarde voor de concentratie van lood in drinkwater is de WHO uitgegaan van een maximaal te aanvaarden blootstelling aan lood van 25 microgram per kilogram lichaamsgewicht ($\mu\text{g}/\text{kg}$ lg) per week, overeenkomend met gemiddeld $3,5 \mu\text{g}/\text{kg}$ lg per dag. De WHO noemde deze waarde de ‘provisional tolerable weekly intake’ (PTWI). De PTWI is gebaseerd op resultaten van onderzoek bij zuigelingen waaruit bleek dat een dagelijkse blootstelling aan lood tussen 3 en $4 \mu\text{g}/\text{kg}$ lg niet leidt tot een stijging van lood-in-bloedwaarden of accumulatie van lood tot aanmerkelijke concentraties in het lichaam, terwijl dit wel het geval bleek te zijn bij hogere dagelijkse blootstellingen. Deze verschijnselen beschouwde de WHO als ongewenst en daarom vond zij dat de loodblootstelling in ieder geval tot onder de PTWI dient te worden teruggedrongen. Uitgaande van zuigelingen die flesvoeding krijgen die is aangemaakt met drinkwater, heeft de WHO een norm voor lood in drinkwater afgeleid waarbij overschrijding van de PTWI niet optreedt: 10 microgram per liter.

De commissie acht, evenals de WHO, een stijging van lood-in-bloedwaarden en accumulatie van lood in het lichaam, ongewenst. Zij onderschrijft daarom de

zienswijze dat een loodblootstelling niet hoger zou moeten zijn dan de PTWI. De commissie kiest voor deze benadering omdat het haar onmogelijk lijkt, op grond van de huidige stand van wetenschap, een lood-in-bloedwaarde aan te geven waarbeneden geen nadelige gezondheidseffecten zijn te verwachten.

De commissie heeft afgeleid dat de blootstelling van zuigelingen die flesvoeding krijgen die is aangemaakt met drinkwater afkomstig uit loden leidingen of drinkwater met een concentratie die gelijk is aan de vigerende drinkwaternorm voor lood (50 µg/l), de PTWI in het algemeen zal overschrijden. Afhankelijk van de blootstelling van het kind tijdens de zwangerschap en de duur en mate van de overschrijding van de PTWI tijdens de zuigelingenfase, kan de lood-in-bloedwaarde stijgen tot boven 100 µg/l, dat wil zeggen waarden waarbij de commissie het bewezen acht dat schade op het neurologisch of cognitief vlak kan optreden. De commissie merkt op dat zij de kans groot acht dat genoemde zuigelingen in een omgeving wonen waarin de loodblootstelling via andere bronnen (als bodem en lucht) eveneens hoger is dan gemiddeld.

Het hanteren van een norm voor lood in drinkwater van 10 µg/l creëert een bepaalde veiligheidsmarge. De commissie acht deze in ieder geval verantwoord omdat de omvang van en de variatie in de extra loodblootstelling van een zuigeling door, bijvoorbeeld de inneming van loodhoudende bodemdeeltjes en huisstof, niet goed bekend zijn.

Vraag 5 Welke gezondheidseffecten (voor wat betreft lood) resteren bij het verlagen en effectueren van een loodnorm van 10 µg/l in het drinkwater?

De commissie constateert dat de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan lood sinds de jaren zeventig daalt. Lood-in-bloedwaarden zijn dientengevolge gedaald. Het effectueren van een loodnorm van 10 µg/l zal een verdere verlaging van de loodblootstelling tot gevolg hebben voor een deel van de bevolking. Zoals de commissie aangaf, streeft zij naar een loodblootstelling die in ieder geval niet hoger is dan de PTWI, zodat de lood-in-bloedwaarde vanaf geboorte niet verder toeneemt. Omdat de commissie het onmogelijk vindt een lood-in-bloedwaarde aan te geven waarbeneden geen gezondheidsschade optreedt, kan zij evenmin aangeven welke gezondheidseffecten zullen resteren bij het verlagen en effectueren van een loodnorm van 10 µg/l. Zij verwacht echter, gezien de huidige stand van wetenschap, dat bij een dergelijk niveau geen gezondheidsschade zal optreden.

Vraag 6 Zijn er richting kwetsbare groepen specifieke maatregelen noodzakelijk/gewenst en zo ja, kunt u dan aangeven welke maatregelen van belang zijn voor welke leeftijdsgroepen?

De commissie beschouwt de groep van zuigelingen als een risicogroep op grond van een verhoogde gevoeligheid ten aanzien van nadelige gezondheidseffecten door lood en op grond van een hoge blootstelling aan lood door toedoen van loden drinkwaterleidingen. Onder normale omstandigheden kan bij aanwezigheid van loden aansluitleidingen of drinkwaterinstallaties bij zuigelingen die flesvoeding krijgen sprake zijn van een loodblootstelling die hoger is dan de PTWI.

Ter bescherming van de zuigeling beschouwt de commissie sanering van de loden drinkwaterleidingen (zowel aansluitleidingen als drinkwaterinstallaties) als de meest effectieve en veilige maatregel. Tot de tijd van sanering, vindt zij het aanbevelenswaard dat ouders die drinkwater betrekken uit een loden drinkwaterleidingennet voor het aanmaken van flesvoeding voor zuigelingen, gericht en in een vroeg stadium (liefst voor geboorte van hun kind) worden ingelicht over hun bezit van loden drinkwaterleidingen en mogelijkheden tot beperking van de blootstelling van de zuigeling.

Maatregelen

Vraag 2 Is er, mede gelet op het onder 1 gegeven antwoord in verband met de gezondheidsrisico's in de Nederlandse situatie reden om de benodigde tijd voor de sanering van de loden leidingen te bekorten?

De commissie vindt het gewenst dat de loden drinkwaterleidingen (zowel aansluitleidingen als drinkwaterinstallaties) worden vervangen door niet loodafgevende leidingenstelsels om de loodblootstelling terug te brengen tot, ook voor zuigelingen, veilig te achten waarden. Aangezien het niet is uit te sluiten dat flesvoeding die wordt aangemaakt met drinkwater betrokken uit loden leidingen, leidt tot gezondheidsschade, ondersteunt zij het streven van de drinkwaterbedrijven de loden leidingen voor 2000 te hebben gesaneerd. Volgens de huidige planning zal dit door alle bedrijven worden behaald, mogelijk met uitzondering van een enkeling. Naast sanering van loden aansluitleidingen vindt de commissie sanering van loden drinkwaterinstallaties gewenst. Zij kan echter niet aangeven welke de praktische en financiële consequenties zijn van sanering van alle drinkwaterinstallaties binnen de gestelde termijn van 15 jaar na het in werking treden van de EU-drinkwaterrichtlijn.

Vraag 3 Kunt u mij vanuit gezondheidsoptiek redenen aangeven die mij kunnen helpen bij het maken van een beleidskeuze in de overweging ook het thans in gebruik zijnde loodhoudende soldeer te verbieden voor gebruik in drinkwaterinstallaties.

Vanuit gezondheidskundig oogpunt vindt de commissie de toepassing van loodhoudend soldeer bij de aanleg van drinkwaterinstallaties onjuist. Bij deze

constructiewijze kunnen namelijk gedurende (in ieder geval) de eerste maanden na aanleg, hoeveelheden lood vanuit de installatie in het doorgevoerde leidingwater terechtkomen die vergelijkbaar zijn met de hoeveelheden die daarin terechtkomen uit een loden drinkwaterinstallatie.

Ondanks het sinds 1 maart 1995 geldende verbod op het gebruik van loodhoudend soldeer bij de aanleg van drinkwaterinstallaties (uitgevaardigd door de drinkwaterbedrijfstak), bestaat het vermoeden in de commissie op grond van praktijkervaringen, dat 'doe-het-zelvers' en erkende installateurs nog steeds gebruik maken van dit soldeer. De omvang van dit gebruik is de commissie onbekend. Zij acht onderzoek hiernaar raadzaam. Tevens adviseert de commissie de loodafgifte door andere materialen die worden gebruikt bij drinkwaterinstallaties, zoals polyvinylchloride (PVC), messing en brons, te onderzoeken.

Vraag 4 Kunt u mij vanuit gezondheidsoptiek redenen aangeven die mij kunnen helpen bij het maken van een beleidskeuze in de overweging om de vervanging van loden drinkwaterinstallaties af te dwingen (bijvoorbeeld door het afkeuren van de binneninstallaties bij verhuizing) dan wel de aanleg van tenminste één 'loodvrij' tappunt te verplichten?

Zoals eerder gesteld, acht de commissie de vervanging van loden aansluitleidingen en drinkwaterinstallaties de meest effectieve ingreep om de loodblootstelling via drinkwater te verlagen. Over de aanleg van een 'loodvrij tappunt' als tijdelijke oplossing, oordeelt zij negatief daar zij deze methode als niet-effectief bestempelt: bij deze methode is het gedrag van de consument namelijk bepalend.

Rijswijk, 28 april 1997,
voor de commissie

ir HGM Bouman,
secretaris

prof. dr JCS Kleinjans,
voorzitter

Literatuur

-
- AIS94 Al-Saleh IA. The Biochemical and Clinical Consequences of Lead Poisoning. *Med Res Rev* 1994; 14(4):415-86.
- Bel94 Bellinger D, Leviton A, Allred E, e.a. Pre- and postnatal lead exposure and behavior problems in school-aged children. *Environ Res* 1994; 66: 12-30.
- Ber91 van den Berg R. Blootstelling van de mens aan bodemverontreiniging; Een kwalitatieve en kwantitatieve analyse, leidend tot voorstellen voor humaan toxicologische C-toetsingswaarden. Bilthoven: RIVM, 1991; (rapportnr: 725201006).
- Bra93 van den Brande JL, Monnens LAH. *Nederlands Handboek Kindergeneeskunde*. Utrecht: Bunge, 1993.
- Bri95 Brink H, Senhorst HAJ, Slaats PGG. Prognoses van de koperemissie uit het waterleidingnet. Nieuwegein: Kiwa, 1995; (rapport SWE 95.011).
- Bru85 Brunekreef B. The relationship between environmental lead and blood lead in children; a study in environmental epidemiology. (Proefschrift). Wageningen: Department of Environmental and Tropical Health, Agricultural University, 1985.
- Buu97 van Buuren H. Hoofdinspectie Gezondheidsbescherming; Keuringsdienst van Waren. Brief: aanwezigheid van lood in mineraalwater; kenmerk HB/LR/I-97/41968; 27 januari 1997.
- Cal90 Calabrese EJ, Stanek EJ, Gilbert CE, e.a. Preliminary Adult Soil Ingestion Estimates: Results of a Pilot Study. *Regul Toxicol Pharmacol* 1990; 10: 245-9.
- CBS86 Centraal Bureau voor de Statistiek. *Compendium gezondheidsstatistiek Nederland 1986*. Voorburg: CBS, 1986.
- CBS96 Centraal Bureau voor de Statistiek. *Statistisch Jaarboek 1996*: in druk.
- CCR90 Krasowski M, Doelman P. Lood in Milieu en Voeding in Nederland. Rapport van de Coördinatie-Commissie voor metingen in het Milieu CCRX. Leidschendam: CCRX, 1990.
-

- CCRX95 Willems T, Verberk MM. Risico's van lood voor kinderen in Nederland. Rapport van de Coördinatie-Commissie voor metingen in het Milieu CCRX. Bilthoven: CCRX, 1995.
- Cla89 Clausing P, Brunekreef B, van Wijnen J. Een schatting van de ingestie van bodem- en stofdeeltjes door jonge kinderen. Wageningen: Landbouwwuniversiteit Wageningen, Vakgroep Gezondheidsleer, 1989.
- Coë74 Coelho MB, Kloosterhuis G. Praktisch verklarend Zakwoordenboek der Geneeskunde. Den Haag: Van Goor en zonen, 1974.
- DGM96 Rapportage "Inventarisatie problematiek loden drinkwaterleidingen" Den Haag: Ministerie van VROM/DGM/DWL afd. Drink- en industriewatervoorziening, 1996.
- DGVH96 Een korte inventarisatiestudie naar de woonverdeling in Nederland door Directoraat Generaal Volkshuisvesting ministerie van VROM, mondeling meegedeeld door dhr de Vries. Den Haag: Ministerie van VROM, Directie Drinkwater, 1996.
- Die94 van Diek MJW. Lood, bodem en gezondheid. Stageverslag. Arnhem: Dienst Welzijn en Volksgezondheid GGD regio Arnhem, 1994.
- Dok94 Dokkum W van, van Aken AMMAM. De TNO-Voeding Total Diet Studie III (Analyse resultaten 226 voedingsmiddelen). Zeist: TNO-Voeding, 1994; (Vertrouwelijk rapport nr: V94.660).
- Doo96 van Dooren-Flipsen, van Klaveren JD, Boeijen I, e.a. Berekening inname residuen en contaminanten. Voeding 1996; 5: 6-9.
- Dui95 Duijm F, van der Meij P, van Strien AEM, e.a. Lood in navelstrengbloed, een exploratief onderzoek. Tijdschr Soc Gezondheidsz 1995; 73: 123-7.
- Dui97 Duijm F, Meijer G, Drewes R, e.a. Lead water pipes and blood lead level. GGD Groningen Stad en Ommelanden; in druk 1997.
- EPA94 Environmental Protection Agency. Toxic Substances Control Act; 49 CFR 745. Washington: EPA, 1994.
- Fre89 Frey MM. The AWWA Lead Information Survey: A Final Report. JI AWWA 1989; (dec): 64-8.
- Geu93 Geurts JJM. Gezondheidsenquêtes: Borstvoeding in Nederland. Maandber Gezondheidsstat (CBS) 1993; 9: 4-24.
- GHI91 Geneeskundige Hoofdinspectie van de Volksgezondheid. Rijswijk: GHI bulletin Zuigelingenvoeding 1991.
- Goy93 Goyer RA. Lead toxicity: Current concerns. Environ Health Perspect 1993; 100: 177-87.
- GR08 Centrale Gezondheidsraad. Praeadvies van een Commissie inzake het vraagstuk van voorkomen van lood in leidingwater en de middelen daartegen. Voorstellen en Verslagen 1908: no 47.
- GR41 Centrale Gezondheidsraad. Toelaatbare hoeveelheid lood in drinkwater. 1941.
- GR85 Gezondheidsraad: Advies inzake Uitgangspunten voor Normstelling. Den Haag: Gezondheidsraad, 1985; publicatie nr 1985/31.
- GR96 Gezondheidsraad; Toxicologische advieswaarden voor blootstelling aan stoffen. Den Haag: Gezondheidsraad, 1996; publicatie nr 1996/12.
- Hov86a van den Hoven ThJJ. Het loodgehalte van drinkwater. Kiwa-mededeling 1986; 96.
- Hov86b van den Hoven ThJJ. Effect van fosfaten op de inwendige corrosie van metalen waterleidingen. Nieuwegein: Kiwa, 1986; (Kiwa-rapport SWE 90.033).
-

- Hov95 van den Hoven ThJJ, Brink H, Mesman G. Possibilities to remedy the lead problem experience in the Netherlands. Proceedings EUREAU-seminar Lissabon, 27-28 april 1995.
- Kla95 Klaveren JD. Kwaliteitsprogramma Agrarische Producten, Verslag 1995. Wageningen: RIKILT-DLO, 1995.
- Kla97 Klaver C, van Doorn R, Ragas AMJ. Lood in straatstof van binnenstedelijke gebieden en de mogelijke bijdrage hiervan aan het loodgehalte van het bloed van jonge kinderen. Verstuurd voor publicatie, 1997.
- Lan96 Lanphear BP, Weitzman M, Winter L, e.a. Lead-Contaminated House Dust and Urban Children's Blood Lead Levels. *Am J Public Health* 1996; 86(10): 1416-21.
- Lee89 Lee RG, Becker WC, Collins DW. Lead at the Tap: Sources and Control. *J AWWA* 1989; (Jul): 52-62.
- McM95 McMichael AJ. Environmental Lead and Intellectual Development: Strength and Limitations of Epidemiological Research. *Neurotoxicology and Teratology* 1995; 17(3): 237-240.
- Mej97 Mejia de EG, Craigmill AL. The Transfer of lead from lead-glazed ceramics to food. *Arch Environ Contamin Toxicol* 1996; 31(4): 581-584.
- Min97 Minder B, Orlebeke JF, Das-Smaal EA. Lead and cadmium burden in Dutch children and the role of lead water pipes. Amsterdam: Vrije Universiteit; in druk.
- NRC93 National Research Council. Measuring Lead Exposure in Infants, Children, and Other Sensitive Populations. Washington: National Academy Press, 1993.
- Poc94 Pocock SJ, Smith M, Baghurst P. Environmental lead and children's intelligence: a systematic review of the epidemiological evidence. And 6 comments. *Br Med J* 1994; 309: 1189-97.
- Qui90 Quinn MJ, Sherlock JC. The correspondence between U.K. 'action levels' for lead in blood and in water. *Food Additives Contamin* 1990; 7(3): 387-424.
- Ryu83 Ryu JE, Ziegler EE, Nelson SE, e.a. Dietary Intake of Lead and Blood Lead Concentration in Early Infancy. *Am J Dis Child* 1983; 137: 886-91.
- Ryu85 Ryu JE, Ziegler EE, Nelson SE, e.a. Dietary Intake of Lead and Blood Lead Concentration in Early Infancy. In: Mahaffey, red. *Dietary and environmental lead: human health effects*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1985: 187-209.
- SAHC93 Proceedings of the International Meeting on Non-Occupational Exposure to Lead. Melbourne Australia. Oct. 5-9 1993. Melbourne: South Australian Health Commission, 1993.
- Sar94 Sargent JD. The role of nutrition in the prevention of lead poisoning in children. *Pediatr Ann* 1994; 23: 636-42.
- Sch89 Schock MR. Understanding corrosion control strategies for lead. *J Am Water Works Assoc* 1989; 81(7): 88-100.
- Sil90 Silbergeld EK. Toward the Twenty-First Century: Lessons from Lead and Lessons Yet To Learn. *Environ Health Perspect* 1990; 86: 191-6.
- Sla95 Slaats PGG. Alternatieven voor loodhoudende materialen, een inventarisatie. Nieuwegein: KIWA, 1995; (rapport 95.175).
- Sta95 Staessen JA, Roels H, Lauwerys RR, e.a. Low-level lead exposure and blood pressure. *J Hum Hypertens* 1995; 9: 303-28.
-

- Tie95 Tielemans MWM, Spiering JWF, Brink H. Ontharding Scheveningen (DZH): succesvolle vermindering lood en koperafgifte aan drinkwater. *H₂O* 1995; 28(21): 646-9.
- Ton96 Tong S, Baghurst P, McMichael A, e.a. Lifetime exposure to environmental lead and children's intelligence at 11-13 years: the Port Pirie cohort study. *BMJ* 1996; 312: 1569-1575.
- Ver92 Verweij W. Lood in drinkwater. De consequenties van een lagere norm. Bilthoven: RIVM, 1992; (rapportnr: 714301008).
- VEW94 VEWIN voorlichtingsfolder. Lood in drinkwater; de betekenis van een strengere norm. Rijswijk: VEWIN, 1994.
- VOVO93 Voorlichtingsbureau voor de Voeding. Zo eet Nederland, 1992. Resultaten van de Voedselconsumptiepeiling 1992. Den Haag: VoVo, 1993.
- Wag92 Wagner I. Internal corrosion in domestic drinking-water installations. *Aqua* 1992; 41(4):219-223.
- Wat96 Watt GCM, Britton A, Gilmour WH, e.a. Is lead in tap water still a public health problem? An observational study in Glasgow. *BMJ* 1996; 313: 979-981.
- WHO86a World Health Organisation. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. Cambridge: WHO, 1986; (WHO FAS 21).
- WHO86b World Health Organisation. Principles for Evaluating Health Risks from Chemicals during Infancy and Early Childhood: The Need for a Special Approach. Geneva: WHO, 1986; (WHO EHC 59).
- WHO87 World Health Organisation. Evaluation of certain food additives and contaminants. 13th Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: WHO, 1987; (WHO TRS 751).
- WHO93 World Health Organisation. Guidelines for drinking-water quality. Geneva: WHO, 1993.
- WHO95 World Health Organisation. Inorganic Lead. Geneva: WHO, 1995; (WHO EHC 165).
- WHO96 World Health Organisation. Trace elements in human nutrition and health. Geneva: WHO, 1996.
- Wij90 van Wijnen JH. Health risk assessment of soil contamination. (Proefschrift). Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, 1990.
- Wij96 van Wijnen JH, Slob R, Jongmans-Liedekerken G, e.a. Concentraties lood in het bloed van jonge kinderen in Nederland. *Ned Tijdschr Geneesk* 1996; 140: 1508-12.
- Win94 Winneke G, Altmann L, Kraemer U, e.a. Neurobehavioral and neurophysiological observations in six year old children with low lead levels in East and West Germany. *Neurotoxicology* 1994; 15: 705-14.
- Zie78: Ziegler EE, Edwards BB, Jensen RL, e.a. Absorption and Retention of Lead by Infants. *Pediat Res* 1978; 12: 29-34.

-
- A De adviesaanvraag
-
- B De commissie
-
- C De loodafgifte door drinkwaterleidingsystemen
-
- D Lood in de voeding
-
- E Grootte van de risicogroep
-

Bijlagen

De adviesaanvraag

De voorzitter van de Gezondheidsraad ontving een afschrift van de volgende brief, gedateerd 17 februari 1995, nr DWL/02295005, door tussenkomst van de Minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Door uw tussenkomst verzoek ik de Gezondheidsraad mij te adviseren over de normstelling voor lood in drinkwater en enkele hiermee samenhangende vragen.

Uitgangspunt bij deze adviesaanvraag zijn:

Gelet op de risico's voor de gezondheid, is het overheidsbeleid er op gericht om de blootstelling van de mens aan lood zoveel mogelijk te beperken. Lood kan onder andere in het lichaam terecht komen via drinkwater, en wel in het bijzonder als dat drinkwater wordt gedistribueerd via loden waterleidingbuizen. De loodbronnen kunnen daarbij zijn de loden dienstleidingen, loden binnenleidingen en wellicht ook het gebruikte loodhoudende soldeer, dan wel loodhoudende hulpstukken en toestellen (zoals vermeld in het KIWA-rapport SWE 93.015 - Consequenties aanscherpen loodnorm voor de waterleidingbedrijven).

Geschat wordt dat er op dit moment ca. 3 à 400.000 loden dienstleidingen zijn en circa 800.000 loden binnen-installaties, terwijl over het gebruik van loodhoudend soldeer en het gebruik van loodhoudende hulpstukken en toestellen geen gegevens voorhanden zijn.

De loodnorm, die in het huidige Waterleidingbesluit is opgenomen is gebaseerd op de uit 1984 stammende WHO-guidelines for drinking water quality. De EG-drinkwaterrichtlijn heeft voor wat betreft de parameter lood ook de maximaal toelaatbare concentratie (die momenteel 50 µg/l bedraagt) hierop gebaseerd. Deze waarde vormt de basis van het thans in uitvoering zijnde plan van aanpak om de via het drinkwater optredende belasting van de mens met lood te verminderen.

Dit plan behelst drie zaken, nl.

- Centrale conditionering van het drinkwater
- Voor het jaar 2000 vervangen van alle loden dienstleidingen
- Het stimuleren van de vervanging van de loden leidingen in drinkwaterinstallaties, waarbij er vanuit gegaan wordt dat deze vervanging geleidelijk zal plaatsvinden, deels in het kader van stadsvernieuwings- en renovatieprogramma's.

Door deze drie maatregelen lijkt het mogelijk om op afzienbare termijn overal te voldoen aan de in het huidige waterleidingbesluit vastgestelde norm (50 µg/l).

In de recent herziene WHO-guidelines for drinking water quality is de richtwaarde voor lood verder aangescherpt tot 10 µg/l, dit met name op grond van recent onderzoek naar de effecten van lood op het zenuwgestel van jonge kinderen (kwetsbare groep), waarbij lood in bloed als blootstellingsparameter wordt gebruikt. Dit normaanscherpingsvoorstel is door de Europese Commissie overgenomen in haar voorstel voor de herziening van de Europese drinkwaterrichtlijn, dat in januari is gepubliceerd.

Deze aanscherping past overigens in het Nederlandse beleid dat gericht is op het zoveel mogelijk terugdringen van de blootstelling van de mens aan lood.

Een norm voor lood in drinkwater op het niveau van de thans door de WHO voorgestelde lagere waarde zal niet kunnen worden gehaald als het drinkwater via loden leidingen wordt gedistribueerd, ook niet bij maximale conditionering. De enige mogelijkheid om aan de nieuwe norm te kunnen voldoen is dus de volledige vervanging van alle loden leidingen (dienst- en binnenleidingen).

Inmiddels is door de VEWIN het initiatief genomen om bij de betreffende waterleidingbedrijven de versnelde vervanging van de loden dienstleidingen en de doorvoering van conditionering te stimuleren, door middel van de uitgifte van het loodadvies (zie bijlage). Op grond hiervan mag worden verwacht dat voor het jaar 2000 de loden dienstleidingen zullen zijn vervangen en dat de situatie ontstaat dat elk huishouden in Nederland bij de hoofdkraan water krijgt aangeboden met een loodgehalte beneden de 10 µg/l en met een minimaal loodoplossend vermogen. In dit loodadvies heeft de VEWIN in de richting van de waterleidingbedrijven tevens aanbevelingen gedaan ten aanzien van binneninstallaties, doorstroomadviezen en voorlichting.

Wat resteert is het probleem van de loden binnenleidingen, die er de oorzaak van zullen zijn dat na stilstand (bijvoorbeeld 8 uur gedurende de nacht) aan de tapkraan de norm van 10 µg/l niet kan worden gehaald.

Vervanging van de loden binnenleidingen is geen sinecure en brengt hoge kosten en veel ongemak met zich mee, temeer daar veel van deze loden waterleidingbuizen zijn ingehakt in muren c.q. weggewerkt achter tegels.

Vervanging van de loden binnenleidingen wordt, zoals uit de praktijk blijkt, momenteel bij grootschaliger stadsvernieuwings-/renovatieprojecten zoveel mogelijk meegenomen (zonder dat hier overigens een wettelijke verplichting toe bestaat). De Staatssecretaris van VROM is voornemens de vervanging van loden leidingen onderdeel te laten zijn van het "Plan van Aanpak Duurzaam Bouwen, DuBo-deelproject 'Aanpak bestaande voorraad'".

Uit het vorenstaande moge echter blijken dat het volledig saneren van de loden drinkwaterleidingen door drinkwater nog veel tijd zal vergen (10-20 jaar?).

Gelet op het vorenstaande en met inachtneming van de in geding zijnde gezondheidsrisico's, de in het geding zijnde aanpassing van de loodnorm in EU-kader, de steeds terugkerende publieke aandacht voor dit probleem en het recht van de bevolking op een helder standpunt in deze van de overheid verzoek ik u mij te willen adviseren over de navolgende vragen:

- 1 Wat is het oordeel van de Gezondheidsraad over de aanscherping van de loodnorm in drinkwater (waarbij ik u verzoek in uw antwoord mede te willen betrekken de eventuele loodbelasting vanuit andere bronnen en dit toe te spitsen op de Nederlandse situatie).
- 2 Is er, mede gelet op het onder 1 gegeven antwoord in verband met de gezondheidsrisico's in de Nederlandse situatie reden om de benodigde tijd voor de sanering van de loden leidingen te bekorten.
- 3 Kunt u mij vanuit gezondheidsoptiek redenen aangeven die mij kunnen helpen bij het maken van een beleidskeuze in de overweging ook het thans in gebruik zijnde loodhoudende soldeer te verbieden voor gebruik in drinkwaterinstallaties.
- 4 Kunt u mij vanuit gezondheidsoptiek redenen aangeven die mij kunnen helpen bij het maken van een beleidskeuze in de overweging om de vervanging van loden drinkwaterinstallaties af te dwingen (bijvoorbeeld door het afkeuren van de binneninstallatie bij verhuizing) dan wel de aanleg van tenminste één "loodvrij" tappunt te verplichten.
- 5 Welke gezondheidseffecten (voor wat betreft lood) resteren bij het verlagen en effectueren van een loodnorm van 10 µg/l in het drinkwater.
- 6 Zijn er richting kwetsbare groepen specifieke maatregelen noodzakelijk/gewenst en zo ja, kunt u dan aangeven welke maatregelen van belang zijn voor welke leeftijdsgroepen.

Ik verzoek u er bij de Gezondheidsraad op aan te dringen deze adviesaanvraag zo spoedig mogelijk ter hand te willen nemen.

Van deze brief zend ik ter informatie heden reeds een afschrift aan de Voorzitter van de Gezondheidsraad.

De Minister van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer,
w.g. Margaretha de Boer

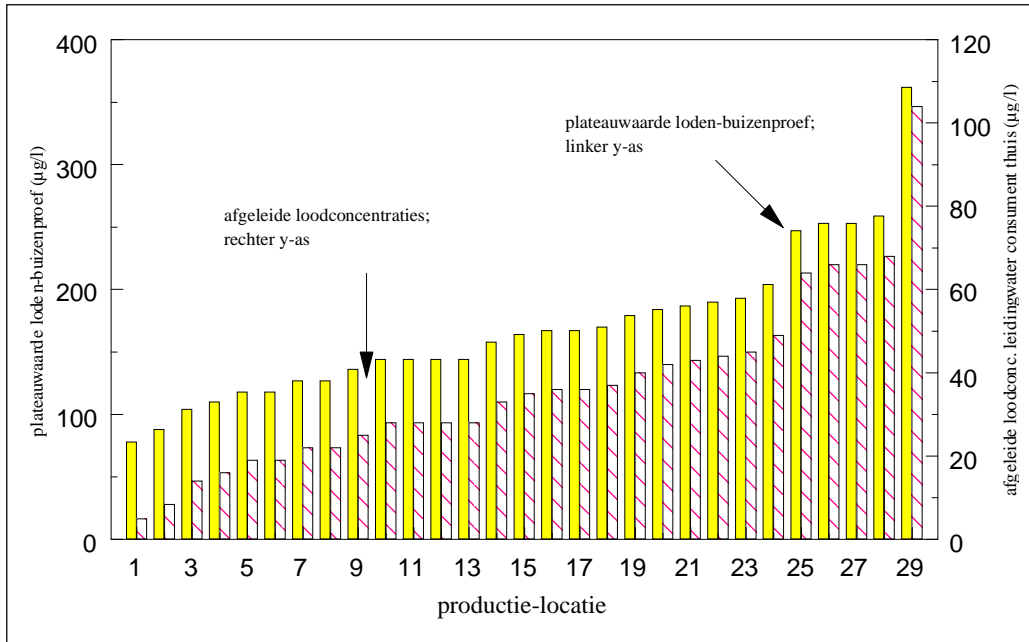
De commissie

-
- dr JCS Kleinjans, *voorzitter*
hoogleraar milieugezondheidskunde; Rijksuniversiteit Limburg
 - dr W van Dokkum
voedingsfysioloog; TNO Voeding, Zeist
 - drs M Drijver
medisch milieukundige; GGD-en Noord-Holland NW, Haarlem
 - dr J Fernandes
emeritus hoogleraar kindergeneeskunde; Rijksuniversiteit Groningen
 - drs P van den Hazel
medisch milieukundige; GGD-en Gelderland
 - dr ThJJ van den Hoven
fysisch chemicus; Kiwa Onderzoek en advies, Nieuwegein
 - ir JD van Klaveren
voedingskundige; DLO-Rijks-Kwaliteitsinstituut voor land- en
tuinbouwproducten, Wageningen
 - drs B Minder
psychonoom; Vrije Universiteit van Amsterdam
 - dr TJF Savelkoul
hoogleraar medische toxicologie; Universiteit Utrecht
 - dr JA Staessen
epidemioloog; Katholieke Universiteit, Leuven (België)
-

- dr W Verwey, *adviseur*
RIVM, Bilthoven
- ing PCJ de Vries, *adviseur*
Ministerie van VROM, Den Haag
- dr AAE Wibowo
medisch-toxicoloog; Coronel Instituut/AMC, Amsterdam
- dr JAG van de Wiel, *adviseur*
Gezondheidsraad, Rijswijk
- ir HGM Bouman, *secretaris*
Gezondheidsraad, Rijswijk

Redactionele bijdragen: drs AB Leussink

Administratieve ondersteuning: mw mr CA Fortman



Figuur C1 Via loden-buizenproeven afgeleide loodconcentratie in het leidingwater (drinkwater) bij de consument thuis.

Bijlage

C

Loodafgifte door drinkwaterleidingsystemen

Loden drinkwaterleidingssystemen

Om een indruk te krijgen van de mogelijke loodconcentraties in het drinkwater bij de consument in de verschillende drinkwatervoorzieningsgebieden waar loden leidingen in gebruik zijn, zonder daarbij drinkwatermonsters bij de consument thuis te hoeven nemen, is de zogenoemde loden-buizenproef ontwikkeld. Met behulp van een proefopstelling bepalen de drinkwaterbedrijven geregeld hoeveel lood er maximaal oplost (plateauwaarde) in het drinkwater. Uit nader onderzoek is gebleken dat een plateauwaarde van 200 µg/l in de proefopstelling, betekent dat de loodconcentratie in het drinkwater bij de consument thuis bij benadering 50 µg/l bedraagt. De daadwerkelijke loodconcentraties in het door de consument gebruikte leidingwater kunnen variëren door factoren als lengte en diameter van de loden leidingen en het waterverbruikgedrag van de consument (Hov86a).

Tabel C1 geeft een indruk van de uitkomsten van de loden-buizenproef afgeleide loodconcentraties in het drinkwater bij de consument thuis in 29 verschillende voorzieningsgebieden. Het percentage panden met een gemiddelde loodconcentratie van, respectievelijk, minder dan 10 µg/l; tussen 10,1 en 25 µg/l; tussen 25,1 en 50 µg/l of meer dan 50 µg/l was 6, 10, 73 en 11 (Hov86a).

Mede op grond van het aantal loden aansluitleidingen of drinkwaterinstallaties in de voorzieningsgebieden, wordt het gemiddelde loodgehalte in panden met loden drinkwaterleidingen geschat op 35 µg/l (Hov95).

Loodsoldeer

In een koperen drinkwaterleidingennet komt loodafgifte voor als (onder andere) loodhoudend soldeer is gebruikt. Het samengaan van koper en loodsoldeer kan verhoogde loodafgifte tot gevolg hebben (galvanische corrosie). Er zijn enkele resultaten bekend van metingen van loodconcentraties in het leidingwater afkomstig uit koperen leidingsystemen met loodsoldeer. In een onderzoek aan een koperen drinkwaterinstallatie bij mensen thuis was de procentuele verdeling van de geanalyseerde monsters in vier loodconcentratie categorieën (<10 µg/l; 10,1-25 µg/l; 25,1-50 µg/l en >50 µg/l): voor doorstroommonsters*; 93, 2, 2 en 3, voor stagnatiemonsters**; 74, 13, 5 en 8 (Hov95). Uit deze resultaten is bij benadering een gemiddelde loodconcentratie lager dan 10 µg/l af te leiden. Voor nieuw aangelegde koperen drinkwaterinstallaties met loodhoudend soldeer kan in de beginperiode sprake

* Doorstroommonster: watermonster genomen nadat de kraan een bepaalde tijd open heeft gestaan.

** Stagnatiemonster: watermonster genomen nadat de kraan gedurende acht uren gesloten is gebleven.

Tabel D1 Loodblootstelling via bijvoeding bij vijf loodconcentraties in het drinkwater (0, 10, 25, 35 en 50 µg/l).

leeftijd in maanden (lichaamsge- wicht in kg)	loodblootstelling door de bijvoeding (in µg/kg lg per dag) bij een loodconcentratie in het drinkwater van:				
	0 µg/l	10 µg/l	25 µg/l	35 µg/l	50 µg/l
5 tot 6 (7,2)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
6 tot 7 (7,7)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
7 tot 8 (8,2)	0,11	0,17	0,27	0,33	0,41
8 tot 9 (8,5)	0,56	0,72	0,93	1,08	1,31
9 tot 12 (9,4)	0,71	0,85	1,04	1,18	1,38

zijn van hoge loodconcentraties in het doorgevoerde drinkwater (Fre89, Lee89). Over de duur en de mate van de verhoogde afgifte zijn nauwelijks gegevens beschikbaar.

Lood in de voeding

1 Melkvoeding zuigeling

De in tabel 1 (zie 2.2) vermelde hoeveelheden melkvoeding zijn zowel gebaseerd op gegevens uit het voedingsschema uit het 'Nederlands Handboek Kindergeneeskunde' uit 1993 (Bra93) en op gegevens uit het zuigelingen-voedingsadvies van de Geneeskundige Hoofdinspectie (GHI91).

2 Bijvoeding zuigeling

De gegevens over de bijvoeding van een zuigeling zijn, evenals de gegevens over de melkvoeding, gebaseerd op de eerder genoemde informatiebronnen.

De voedingsgegevens zijn gekoppeld aan loodconcentraties in voedingsmiddelen zoals deze zijn bepaald in de Voedselconsumptiepeiling 1992.

Bij de berekening van de loodblootstelling van zuigelingen via de bijvoeding, is van de volgende gemiddelde loodconcentraties in de verschillende producten uitgegaan:

- groente: 2 µg/100 g (of 100 ml) product
 - fruit(hapje): 0,7 µg/100 g
 - aardappel: 1,1 µg/100 g
 - peulvruchtenpuree: 1 µg/100 g
 - vlees, vis, kip: 1 µg/100 g
 - bruinbrood: 2,7 µg/100 g
-

- broodbeleg: 1 µg/100 g
- biscuit: 1,7 µg/100 g
- thee: 3,1 µg/100 g

In tabel D1 is de geschatte totale loodblootstelling als functie van de leeftijd weergegeven. Bij de berekening is uitgegaan van vijf loodconcentraties in het drinkwater: 0, 10, 25, 35 en 50 µg/l. Bij de schatting van de loodblootstelling via de bijvoeding is geen rekening gehouden met de mogelijk extra loodblootstelling door aanlengen van yoghurt of vruchtendrankjes met drinkwater.

3 Voedselconsumptiepeiling 1992

Inleiding

De in deze paragraaf vermelde gegevens over de voeding van Nederlanders vanaf de leeftijd van één jaar zijn afkomstig uit de Voedselconsumptiepeiling 1992. De berekeningen zijn uitgevoerd door het RIKILT-DLO, Wageningen in samenwerking met TNO-Voeding, Zeist. Voor de berekening van de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan lood via de voeding zijn, naast de ‘Voedselconsumptiepeiling 1992’, onder andere de volgende informatiebronnen gebruikt: het ‘kwaliteitsprogramma agrarische producten’-bestand (KAP-bestand) en gegevens van het ‘market basket’-onderzoek 1988/1989.

Consumptiegegevens uit de Voedselconsumptiepeiling

In 1992 werd in Nederland voor de tweede keer een landelijke Voedselconsumptiepeiling (VCP'92) uitgevoerd. De resultaten zijn gepubliceerd in ‘Zo eet Nederland, 1992’ (VOVO93). De VCP geeft inzicht in de consumptie van voedingsmiddelen door de leden van de Nederlandse bevolking van één jaar en ouder. Deze peiling omvat voedselconsumptiegegevens van 6218 personen die zijn verzameld met een tweedaagse opschrijfmethode. In het VCP-bestand zijn ook specifieke gewoonten en persoonsgegevens van de respondenten vastgelegd (onder meer leeftijd, geslacht, zwangerschap en urbanisatiegraad). Volgens de methodiek van de VCP wordt een representatief beeld gegeven van de gemiddelde voedingsgewoonten.

Residuegegevens

In de door het RIKILT-DLO aangelegde gegevensbestanden (onder andere het KAP-gegevensbestand) worden de resultaten verzameld van monitoringsprogramma's

en surveys naar de gehalten van residuen en contaminanten in, vooral, primair agrarische producten zoals vis, vlees en plantaardige producten. Via het zogenaamde 'conversiemodel' (ontwikkeld door het RIKILT-DLO) kan men voor voedingsmiddelen waarvan de samenstelling in termen van primair agrarische producten bekend is, een berekening maken van een gemiddelde concentratie residu of contaminant in het product.

Residuegegevens 'Market basket'-onderzoek

In de berekening van de loodblootstelling op grond van de VCP'92 is van aanvullende informatie (met betrekking tot loodconcentraties in bepaalde voedingsmiddelen) gebruik gemaakt uit 'market basket'-onderzoek uit 1988/1989. In een 'market basket'-onderzoek wordt een dagvoeding van een bepaalde bevolkingscategorie ingekocht, zoals die is vastgesteld met behulp van voedselconsumptieonderzoek. Voedingsmiddelen die bereiding vereisen, worden op een gestandaardiseerde manier schoongemaakt, gekookt, gebraden etc. Vervolgens worden de voedingsmiddelen tot een aantal groepen (23) samengevoegd. Per voedselgroep wordt gemengd, gehomogeniseerd en vervolgens chemisch-analytisch onderzocht op gehalte residu of contaminant (Doo96).

Lood in de voeding

Om op basis van de Voedselconsumptiegegevens een schatting te maken van de loodblootstelling via de voeding, zijn de gegevens over loodgehaltes in voedingsmiddelen en voedingsbestanddelen gekoppeld aan de uitkomsten van de VCP. Omdat de interesse uitgaat naar een beschrijving van de huidige loodblootstelling via de voeding, is gekozen voor recente informatie. Deze keuze heeft te maken met het verschijnsel dat de loodgehaltes in primaire agrarische producten en voedingsmiddelen ten opzichte van de jaren tachtig een dalende trend laten zien. Men schrijft dit voor een belangrijk deel toe aan het ontlopen van de benzine. In eerste instantie is daarom een selectie gemaakt van informatie uit het KAP-bestand uit de periode 1990-1995.

De loodgehaltes in vis zijn afkomstig van het Landelijk Platform Kritische Stoffen van het Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij en het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO-DLO), die in vlees van de Rijksdienst voor de Keuring van Vee en Vlees en die voor thee en plantaardige producten van het RIKILT-DLO.

Indien gegevens voor de periode 1990-1995 ontbraken en er verder geen loodconcentraties in voedingsmiddelen voorhanden waren, is zoals beschreven, aanvullende informatie betrokken van het in 1988/1989 uitgevoerde 'market basket'-onderzoek.

Bijdrage drinkwater aan de loodblootstelling

De consumptie van leidingwater als drinkwater is het gebruik van water voor directe consumptie, thee, koffie of soep. Water in frisdranken, vruchtenlimonades en sappen wordt in de berekening niet als leidingwater beschouwd en is zodoende niet in de drinkwaterconsumptie opgenomen. Hetzelfde geldt voor water in melk.

Om inzicht te krijgen in de consequenties van het variëren van loodgehalten in leidingwater zijn berekeningen uitgevoerd met drie loodgehalten in leidingwater, namelijk 0 µg/l, 10 µg/l en 35 µg/l. Door de concentratie in het drinkwater op nul te stellen wordt een beeld verkregen van de loodblootstelling door voeding alleen. Bij de aanname van 10 µg/l wordt een beeld gecreëerd van de blootstelling via de voeding plus het drinkwater wanneer het drinkwater zou voldoen aan de nieuwe norm voor drinkwater. De derde berekening (loodconcentratie in drinkwater 35 µg/l) levert informatie over de bijdrage tot de loodblootstelling van drinkwater dat afkomstig is uit loden drinkwaterleidingen.

Innameberekening

Naast de gemiddelde totale dagelijkse loodblootstelling voor de verschillende categorieën (op basis van leeftijd, zwangerschap en urbanisatiegraad*) zijn de volgende statistische kengetallen berekend en weergegeven:

- standaarddeviatie loodinname
- mediane loodinname
- 95-percentiel loodinname
- overschrijders van de provisional tolerable weekly intake van 25 µg lood per kg lichaamsgewicht per week (= 3,6 µg/kg lichaamsgewicht per dag).

Betrouwbaarheid

In elk kwantitatief model voor de inname van residuen en contaminanten wordt de betrouwbaarheid van de uitkomsten bepaald door de betrouwbaarheid van de invoergegevens. De invoergegevens hebben betrekking op de consumptie, residu-analyses en het gedrag van residuen tijdens bereiding van voedsel. De VCP is een methode in Nederland die de meest representatieve gegevens over de gemiddelde voedselconsumptie voor verschillende leeftijden (vanaf één jaar) oplevert. In een

* De Voedselconsumptiepeiling 1992 hanteert voor de urbanisatiegraad een viertal categorieën die een indeling in stad en platteland representeren:
1) Amsterdam, Den Haag, Rotterdam; 2) forenzensteden; 3) regionale steden; 4) platteland

Tabel D2 Statistische kengetallen loodinname door de Nederlandse bevolking. Scenario 1: loodgehalte leidingwater = 0 µg/l.

populatie	N	µg/dag			µg/kg lg per dag			N > PTWI ^a	% > PTWI
		gem	std	mediaan	gem	std	mediaan		
totale VCP-populatie	6218	20,3	21,9	15,9	0,36	0,38	0,27	14	0,2
jongens, mannen	2881	20,5	20,8	16,1	0,35	0,39	0,26	8	0,3
meisjes, vrouwen	3337	20,2	22,8	15,8	0,37	0,38	0,29	6	0,2
jongens 1-4 jaar	149	9	10,1	6,9	0,66	0,8	0,52	2	1,3
meisjes 1-4 jaar	202	8,1	5,5	6,9	0,6	0,41	0,51	0	0
jongens 4-7 jaar	164	11,8	11,1	9,9	0,57	0,53	0,46	3	1,8
meisjes 4-7 jaar	165	10,6	8,7	8,6	0,53	0,45	0,42	1	0,6
jongens 7-10 jaar	127	14,4	9,1	12,2	0,51	0,34	0,42	0	0
meisjes 7-10 jaar	127	12,2	6,4	10,9	0,44	0,24	0,37	0	0
jongens 10-13 jaar	136	15,6	10	13,4	0,4	0,24	0,34	0	0
meisjes 10-13 jaar	119	14,5	9,3	12,4	0,37	0,24	0,32	0	0
jongens 13-16 jaar	119	19,3	13,1	16	0,37	0,27	0,31	0	0
meisjes 13-16 jaar	133	15,2	9,8	13,4	0,28	0,17	0,25	0	0
mannen 16-19 jaar	128	23,2	29,2	16	0,35	0,46	0,24	1	0,8
vrouwen 16-19 jaar	125	18,3	11,5	15,9	0,31	0,22	0,27	0	0
mannen 19-22 jaar	111	23,2	32,2	16,3	0,33	0,5	0,22	1	0,9
vrouwen 19-22 jaar	107	18,7	12,1	16,3	0,3	0,2	0,26	0	0
mannen 22-50 jaar	1306	22,2	22,5	16,9	0,28	0,32	0,22	1	0,1
vrouwen 22-50 jaar	1493	21,9	22,1	17,2	0,33	0,34	0,26	2	0,1
mannen 50-65 jaar	405	22,7	17,4	19,7	0,29	0,25	0,24	0	0
vrouwen 50-65 jaar	545	24,5	33,1	18,8	0,36	0,48	0,27	2	0,4
mannen 65+	236	25,1	22,5	20,4	0,33	0,26	0,26	0	0
vrouwen 65+	263	26,3	29,2	19,1	0,39	0,48	0,27	1	0,4
zwangeren	58	23,4	20,8	18,8	0,34	0,36	0,25	0	0

^a respondenten met een inname hoger dan 3,6 µg/kg lichaamsgewicht per dag (afgeleid van de Provisional Tolerable Weekly Intake van 25 µg/kg lichaamsgewicht per week)

voedselconsumptieonderzoek kunnen vertekeningen optreden doordat bijvoorbeeld

respondenten zich niet alles kunnen herinneren of omdat zij hun consumptiegedrag aanpassen vanwege het onderzoek. Daarnaast bestaat er altijd een klein percentage niet-correcte rapportages.

De betrouwbaarheid van een residu-getal is van een aantal factoren afhankelijk. Seizoensvariatie kan een rol spelen bij de residuconcentratie alsmede de plaats van monstername. Zelfs als deze factoren constant zijn, is de spreiding groot. Bij de selectie van de loodgehaltes heeft men zo recent mogelijke data gebruikt. In het rekenmodel wordt er vanuit gegaan dat de bereiding van voedingsmiddelen uit primair agrarische producten niet van invloed is op het gehalte residu of contaminant in het voedingsmiddel. Als voor een product geen loodgehaltes gevonden konden worden uit de periode 1990-1995, is zoals beschreven, gebruik gemaakt van resultaten uit 'market basket'-onderzoek uit 1988/1989.

De uiteindelijke berekening geeft een beeld van de loodconcentraties in hetgeen wordt gegeten en daarmee van de (uitwendige) orale blootstelling via de voeding. Het rekenmodel houdt geen rekening met individuele of groepsverschillen in de mate van opname van het lood in het voedsel door het lichaam (loodabsorptie) uitgedrukt in bijvoorbeeld lood-in-bloedwaarden.

Resultaten

Statistische kengetallen voor de loodname door de Nederlandse bevolking opgesplitst naar geslacht, leeftijdscategorieën en zwangerschap, zijn gegeven in de tabellen D2, D3 en D4. Tabel D2 geeft de gemiddelde blootstelling van de Nederlandse bevolking weer. Bij de berekening is het loodgehalte in leidingwater gelijk gesteld aan nul (scenario 1). Tabel D3 en D4 geven dezelfde kengetallen maar nu voor leidingwater met een loodconcentratie van respectievelijk 10 µg/l en 35 µg/l. De over de VCP-populatie gemiddelde drinkwaterconsumptie bedraagt 0,9 liter per dag. De kengetallen zijn zowel uitgedrukt in absolute hoeveelheden per persoon (in µg per dag)

Table D3 Statistische kengetallen loodinname door de Nederlandse bevolking. Scenario 2: loodgehalte leidingwater = 10 µg/l.

populatie	N	µg/dag			µg/kg lg per dag			N > PTWI ^a	% > PTWI
		gem	std	mediaan	gem	std	mediaan		
totale VCP-populatie	6218	29,4	23,9	25,5	0,5	0,41	0,42	16	0,3
jongens, mannen	2881	29,1	22,5	25,5	0,48	0,41	0,39	8	0,3
meisjes, vrouwen	3337	29,5	25	25,4	0,53	0,41	0,44	8	0,2
jongens 1-4 jaar	149	11,8	10,4	9,4	0,87	0,82	0,69	2	1,3
meisjes 1-4 jaar	202	10,7	5,8	9,7	0,8	0,44	0,69	0	0
jongens 4-7 jaar	164	14,4	11,3	12,4	0,69	0,54	0,57	3	1,8
meisjes 4-7 jaar	165	12,8	9,3	10,5	0,64	0,49	0,53	1	0,6
jongens 7-10 jaar	127	17,4	9,8	15,2	0,62	0,38	0,52	0	0
meisjes 7-10 jaar	127	15	7,5	13,1	0,54	0,28	0,45	0	0
jongens 10-13 jaar	136	18,7	10,8	16,2	0,48	0,26	0,43	0	0
meisjes 10-13 jaar	119	17,8	10,1	16,1	0,45	0,26	0,38	0	0
jongens 13-16 jaar	119	23,2	14,2	19,9	0,44	0,29	0,37	0	0
meisjes 13-16 jaar	133	18,8	10,8	17	0,35	0,19	0,32	0	0
mannen 16-19 jaar	128	28	29,2	20,9	0,42	0,46	0,3	1	0,8
vrouwen 16-19 jaar	125	23,8	12,8	20,9	0,41	0,24	0,36	0	0
mannen 19-22 jaar	111	30,2	32,3	23	0,42	0,51	0,32	1	0,9
vrouwen 19-22 jaar	107	26,4	14,6	24,1	0,42	0,24	0,39	0	0
mannen 22-50 jaar	1306	33,2	23,5	28,2	0,42	0,34	0,35	1	0,1
vrouwen 22-50 jaar	1493	33,5	23,6	28,5	0,51	0,36	0,44	3	0,2
mannen 50-65 jaar	405	33,9	18,2	31,3	0,43	0,26	0,38	0	0
vrouwen 50-65 jaar	545	36,7	33,5	31,1	0,54	0,49	0,45	2	0,4
mannen 65+	236	36	23,6	30,9	0,47	0,32	0,39	0	0
vrouwen 65+	263	38	31,2	30,7	0,56	0,52	0,44	2	0

^a respondenten met een inname hoger dan 3,6 µg/kg lichaamsgewicht per dag (afgeleid van de Provisional Tolerable Weekly Intake van 25 µg/kg lichaamsgewicht per week)

Tabel D4 Statistische kengetallen loodinname door de Nederlandse bevolking . Scenario 3: loodgehalte leidingwater = 35 µg/l.

populatie	N	µg/dag			µg/kg lg per dag			N > PTWI ^a	% > PTWI
		gem	std	mediaan	gem	std	mediaan		
totale VCP-populatie	6218	51,9	33,2	48,4	0,87	0,53	0,76	27	0,4
jongens, mannen	2881	50,9	31,1	48,1	0,81	0,51	0,71	11	0,4
meisjes, vrouwen	3337	52,9	34,9	48,9	0,92	0,55	0,83	16	0,5
jongens 1-4 jaar	149	18,7	12,9	16,2	1,39	1	1,14	4	2,7
meisjes 1-4 jaar	202	17,1	8,5	15,8	1,28	0,67	1,2	1	0,5
jongens 4-7 jaar	164	20,8	13	19,3	1	0,64	0,87	3	1,8
meisjes 4-7 jaar	165	18,4	11,8	16	0,92	0,62	0,78	2	1,2
jongens 7-10 jaar	127	24,8	12,9	22,2	0,89	0,51	0,77	1	0,8
meisjes 7-10 jaar	127	22	11,6	19,7	0,8	0,44	0,66	0	0
jongens 10-13 jaar	136	26,5	14,3	24,1	0,68	0,37	0,59	0	0
meisjes 10-13 jaar	119	26	13,4	23,9	0,66	0,35	0,62	0	0
jongens 13-16 jaar	119	32,9	19,4	29,2	0,62	0,38	0,55	0	0
meisjes 13-16 jaar	133	27,6	15,5	26,7	0,52	0,28	0,48	0	0
mannen 16-19 jaar	128	40,2	31,2	33,3	0,6	0,49	0,51	1	0,8
vrouwen 16-19 jaar	125	37,5	18,2	35,6	0,64	0,34	0,59	0	0
mannen 19-22 jaar	111	47,9	37,7	40,8	0,67	0,6	0,58	1	0,9
vrouwen 19-22 jaar	107	45,5	23,8	41,4	0,72	0,37	0,66	0	0
mannen 22-50 jaar	1306	60,7	30,1	55,6	0,77	0,43	0,7	1	0,1
vrouwen 22-50 jaar	1493	62,4	31,9	56,7	0,95	0,5	0,86	6	0,4
mannen 50-65 jaar	405	62	24,8	58,7	0,78	0,34	0,72	0	0
vrouwen 50-65 jaar	545	67,3	38,2	60,8	0,98	0,57	0,88	2	0,4
mannen 65+	236	63,1	29,1	57,9	0,82	0,4	0,74	0	0
vrouwen 65+	263	67,3	39,8	58,9	0,98	0,71	0,84	4	1,5

^a respondenten met een inname hoger dan 3,6 µg/kg lichaamsgewicht per dag (afgeleid van de Provisional Tolerable Weekly Intake van 25 µg/kg lichaamsgewicht per week)

Tabel D5 Statistische kengetallen loodinname door de Nederlandse bevolking, opgesplitst naar urbanisatiegraad^a.

populatie	N	µg/dag			µg/kg/lg per dag			N > PTWI ^b	% > PTWI ^b
		gem	std	mediaan	gem	std	mediaan		
indien loodgehalte leidingwater = 0 µg/l:									
urbanisatiegraad 1	949	22,6	26,3	16,3	0,39	0,5	0,26	4	0,4
urbanisatiegraad 2	2027	19,1	18,8	16	0,33	0,28	0,27	1	0,1
urbanisatiegraad 3	1945	21	23,3	15,6	0,37	0,38	0,28	3	0,2
urbanisatiegraad 4	1297	19,6	20,7	16	0,36	0,43	0,28	6	0,5
indien loodgehalte leidingwater = 10 µg/l:									
urbanisatiegraad 1	949	32,1	28,3	26,3	0,53	0,53	0,41	5	0,5
urbanisatiegraad 2	2027	28,2	20,8	25,7	0,48	0,31	0,42	1	0,1
urbanisatiegraad 3	1945	29,8	25	25	0,51	0,4	0,42	4	0,2
urbanisatiegraad 4	1297	28,4	22,8	25,4	0,51	0,45	0,42	6	0,5
indien loodgehalte leidingwater = 35 µg/l:									
urbanisatiegraad 1	949	55,9	38,5	50	0,9	0,67	0,75	8	0,8
urbanisatiegraad 2	2027	51	30,3	49,1	0,84	0,44	0,77	2	0,1
urbanisatiegraad 3	1945	51,9	33,9	47,5	0,87	0,52	0,76	7	0,4
urbanisatiegraad 4	1297	50,5	32,3	47,7	0,87	0,58	0,78	10	0,8

^a Definitie urbanisatiegraad VCP-1992

1: Agglomeratie Amsterdam, Den Haag, Rotterdam

2: CBS-categorieën: (rest) C5, C4, B3

3: CBS-categorieën: C3, C2, C1, B2

4: CBS-categorieën: B1, A4, A3, A2, A1

Daarbij zijn: C = steden, B = forenzengemeenten, A = plattelands- en kleine geïndustrialiseerde gemeenten.

^b respondenten met een inname hoger dan 3,6 µg/kg lichaamsgewicht per dag (afgeleid van de Provisional Tolerable Weekly Intake van 25 µg/kg lichaamsgewicht per week)

als in μg per kg lichaamsgewicht*. Bij de interpretatie van de gegevens uit de kolommen die betrekking hebben op de extremen, zoals de 95-percentielwaarden en het aantal overschrijdingen van de PTWI, is voorzichtigheid geboden. De Voedselconsumptiepeiling is ontworpen om een beeld te geven van de gemiddelde voedselconsumptie door de Nederlandse bevolking in de leeftijd van één jaar en ouder. Een 95-percentielwaarde zegt derhalve niets meer dan waartoe 'extreme' (vaak foutieve) rapportages in de peiling aanleiding kunnen geven. Aan uitkomsten zoals in de laatste kolommen van de tabellen D2, D3 en D4 (met PTWI-overschrijdingspercentages beneden de 5), kunnen derhalve niet de conclusies worden verbonden dat de invloed van een veranderde loodconcentratie in het drinkwater (0, 10 of 35 $\mu\text{g}/\text{l}$) een verandering van de overschrijding van de PTWI door de gemiddelde voedselconsumptie tot gevolg heeft. Bij doorrekening van verschillende leidingwatergehaltes blijkt de consumptie van leidingwater de voornaamste bijdrage aan de loodinnname te leveren. De gemiddelde bijdrage van leidingwater aan de totale loodinnname bedraagt 31% (= 9,0 $\mu\text{g}/\text{dag}$) bij scenario 2 en 61% (= 31,6 $\mu\text{g}/\text{dag}$) bij scenario 3. Uit geen van de scenario's (tabellen D2 t/m 4) kan worden afgeleid dat de gemiddelde voedselconsumptie voor de verschillende categorieën blootgestelden tot overschrijding van de PTWI leidt. Uitgaande van de praktijksituatie waarin het drinkwater in de meeste gevallen een gemiddelde loodconcentratie heeft van 10 $\mu\text{g}/\text{l}$ of minder, vormt volgens de commissie scenario 2 de meest met de praktijk overeenkomende beschrijving van de loodblootstelling via de voeding.

Tabel D5 presenteert de innamecijfers van lood waarbij de VCP-populatie is opgesplitst naar urbanisatiegraad. De gemiddelde inname van lood uit voeding lijkt bij respondenten woonachtig in steden (urbanisatiegraad 1) iets hoger te zijn. De mediane loodinnname per kg lichaamsgewicht is daarentegen bijna gelijk voor de verschillende urbanisatiecategorieën. Opgemerkt moet worden dat binnen de vier urbanisatiecategorieën geen correctie voor de leeftijdsopbouw heeft plaatsgevonden.

Bij beoordeling van de gemiddelde bijdrage van primaire agrarische producten en voedingsmiddelen groepen aan de totale loodinnname, zijn dranken en brood/tarwe als belangrijkste innamebron aan te merken. Van de dranken levert onder de gegeven omstandigheden thee de grootste bijdrage (18%) aan de loodinnname.

* De omrekening in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lg is tot stand gekomen door per persoon de loodinnname te delen door zijn of haar lichaamsgewicht. Het is statistisch gezien niet correct om de groepsgemiddelden uit beide kolommen op elkaar te delen en daaruit het gemiddelde lichaamsgewicht of loodinnname te berekenen. De waarden die vermeld staan in tabel 2 (zie 2.3) zijn dan ook verkregen door een herberekening binnen het basisbestand met een andere klasse-indeling.

Grootte van de risicogroep

De grootte van de risicogroep zuigelingen is afhankelijk van het aantal huishoudens die zijn aangeloten op een loden aansluitleiding of die een loden drinkwaterinstallatie hebben, alsmede van het percentage zuigelingen met flesvoeding die is aangemaakt met drinkwater uit genoemde leidingen.

Het aantal geboorten in Nederland bedraagt ongeveer 196 000 (Nederland telde op 1 januari 1995, 195 910 zuigelingen; CBS96). Verder is de commissie uitgegaan van 7,5% huishoudens dat is aangesloten op een loden drinkwaterleidingensysteem (loden aansluitleidingen en/of drinkwaterinstallaties; DGM96). De zuigelingen worden uniform verdeeld verondersteld over de panden mét en zonder loden drinkwaterleidingen ('Woningenbehoefte onderzoek 1994'*: DGVH96). Het percentage zuigelingen dat voor het eerst flesvoeding krijgt op leeftijd nul, zes weken, drie, zes en twaalf maanden is respectievelijk 31, 44, 51, 73 en circa 100% (CBS96).

Het bovenstaande houdt in dat bijna 15 000 zuigelingen (7,5% van 196 000) wonen in een woning waarin drinkwater wordt aangevoerd door loden drinkwaterleidingen. Van hen krijgt 31% (ca. 4600) bijna de gehele zuigelingenperiode flesvoeding die met leidingwater is aangemaakt, hetgeen daardoor in ieder geval gedurende de eerste zes maanden een overschrijding van de PTWI betekent. 44 procent (ca. 6600), 51% (ca. 7650) en 73% (ca. 11 000) loopt vanaf respectievelijk de zesde week de derde en de zesde maand de kans om respectievelijk 4½, 3 en 1 maand lang de

* In het 'Woningenbehoefte onderzoek 1994' is gekeken naar de woonverdeling van vrouwen jonger dan 35 jaar wonend in vóór- of náoorlogse woningen: 21% van de vrouwen woonde in vóóroorlogse woningen; van de totale woningvoorraad is 24% vóór de oorlog gebouwd.

PTWI te overschrijden. Wanneer de zuigelingen in de laatste maanden (vanaf de zevende tot en met de twaalfde) worden gevoed met flesvoeding en bijvoeding conform de schatting van de commissie, staan zij niet langer bloot aan concentraties die de PTWI overschrijden. Daarbij is geen rekening gehouden met een eventuele extra loodiname via poedervormige voeding of via bodemdeeltjes en huisstof.

Zoals eerder opgemerkt in 2.1.4 kan de loodafgifte aan het leidingwater door loodhoudend soldeer dat is toegepast bij de aanleg van een drinkwaterinstallatie, in de eerste maanden van dezelfde orde grootte zijn als de afgifte door systemen met loden leidingen. Gebruik van loodhoudend soldeer betekent een vergroting van de risicogroep zuigelingen die in eerste instantie op grond van het bestaan van loden drinkwaterleidingen wordt verwacht. Gebruik makend van gegevens van het Centraal Planbureau en het Centraal Bureau voor de Statistiek (Bri95) heeft de commissie geschat hoeveel zuigelingen mogelijk water betrekken via een nieuw aangelegd drinkwatersysteem. Dit aantal komt neer op ongeveer 2300 zuigelingen, gegeven het verwachte jaarlijkse aantal nieuwbouwwoningen tot 2015 van gemiddeld 70 000 (op een totaal woningenbestand van ongeveer 6 miljoen) en een jaarlijks aantal zuigelingen van ongeveer 196 000 (op een totale Nederlandse bevolking van ongeveer 15 miljoen). Omdat niet bekend is in welke mate loodhoudend soldeer wordt gebruikt, is vooralsnog niet te schatten bij welk gedeelte van de 2300 zuigelingen daadwerkelijk het risico van PTWI-overschrijding door flesvoeding bestaat.