

Zitting 1981–1982

17371

## Lood in het milieu

Nr. 2

## INHOUDSOPGAVE

	Blz.	
1.	Inleiding	5
2.	Toxische effecten van lood	6
2.1.	Algemene aspecten	6
2.2.	Risicogroepen	7
2.3.	Onderzoek lood in bloed bij Nederlandse kinderen	8
3.	Voornaamste bronnen en routes van blootstelling	11
4.	Lood in de buitenlucht	13
4.1.	Emissies	13
4.1.1.	Verkeer	13
4.1.2.	Procesindustrie	13
4.1.3.	Verbranding van kolen	14
4.1.4.	Verbranding van afgewerkte smeerolie	15
4.2.	Optredende loodconcentraties	15
4.2.1.	Concentraties van lood in lucht en depositie van lood	15
4.2.2.	Concentratie van lood in huisstof, straatstof en bodem	16
4.3.	Mogelijkheden tot vermindering van gebruik en emissie van lood	16
4.3.1.	Verlaging van het loodgehalte van benzine	16
4.3.2.	Vermindering van loodemissie bij verbranding van kolen	17
4.3.3.	Vermindering van procesemissies	17
5.	Lood in drinkwater	18
5.1.	Vóórkomen in drinkwater en normen	18
5.2.	Aanwezigheid van loden leidingen	18
5.3.	Gezondheidsaspecten	18
5.4.	Mogelijkheden tot vermindering van de loodopname via drinkwater	19
6.	Loodbelasting via voedselcomponenten	20
6.1.	De door de Wereldgezondheidsorganisatie aanbevolen grenswaarden	20
6.2.	Bronnen van verontreiniging	20
6.3.	De gemeten concentraties in het Nederlandse voedingsmiddelenpakket	21
6.4.	Bestaande regeling voor verpakkingsmaterialen	21
6.5.	Mogelijkheden tot vermindering van de loodopname via voedsel	21
7.	Lood in verf	23

8.	Lood in speelgoed	24
9.	Lood in oppervlaktewater	24
10.	Beleidsvoornemens	25
Bijlage 1: Normstelling		27
Bijlage 2: loodemissie t.g.v. het wegverkeer		28

## 1. INLEIDING

De belasting van mens en milieu met lood is een zaak die al lange tijd de aandacht vraagt. Zo werd reeds in 1934 het gebruik van loodwathoudende verf bij beroepsmatige toepassing binnenshuis in Nederland verboden. In 1939 vond in opdracht van de Gezondheidsraad een onderzoek plaats naar verschijnselen van loodvergiftiging ten gevolge van loden stijgbuizen in particuliere drinkwaterleidingen, gekoppeld aan de agressiviteit van het water ter plaatse. Door aansluiting op het openbare drinkwaterleidingnet konden de problemen worden opgelost.

Door het groeiend aantal toepassingen van lood en de schaalvergroting hiervan werden ook andere belastingsroutes steeds belangrijker.

In 1972 werd onder auspiciën van de Europese Commissie en de United States Environmental Protection Agency in Amsterdam een internationaal symposium belegd over de milieuhygiënische aspecten van lood, waarop de «state of the art» ter zake werd gepresenteerd. Hierin stond de evaluatie van het risico voor de volksgezondheid centraal. Voor de bewaking van de volksgezondheid bestond behoefte aan een «Biological Quality Guide» (BQG). Hiervoor werd de bepaling van het bloed-loodgehalte (PbB) als monitoringssysteem ingevoerd en bij de Europese Richtlijn 77/312/EG van 29 maart 1977 werden referentiewaarden vastgesteld voor de bloed-loodgehalten van 50%, 90%, 98% en 100% van de bevolking. Omdat kinderen een risicogroep vormen, is voorgesteld het BQG voor kinderen aan te passen door verlaging van de bij de percentielen behorende referentiewaarden. Voor Nederland is deze nieuwe BQG reeds aanvaard als richtsnoer voor het beleid.

De Europese Richtlijn schreef tevens voor dat tweemaal een campagne moest worden gevoerd ter bepaling van de bloed-loodgehalten. Deze onderzoeken naar lood in bloed werden in Nederland uitgevoerd in 1979 en 1981. Uit het eerste onderzoek bleek dat aan de referentiewaarden van de EG-Richtlijn praktisch steeds werd voldaan maar dat de nieuwe niet officiële referentiewaarden in enkele grote steden dicht werden benaderd en soms in lichte mate werden overschreden<sup>1</sup>.

In de EG-Richtlijn 78/611/EG van 29 juni 1978 werden voor benzine maximum- en minimumloodgehalten aangegeven. Nederland had in het Besluit loodgehalte benzine van 7 oktober 1977 met ingang van 1978 een maximum vastgesteld dat met de bovengrens van de Europese Richtlijn overeenkomt. Duitsland daarentegen hanteert sinds 1976 de ondergrens van de richtlijn.

In de EG-Richtlijn 80/778/EG van 15 juli 1980 inzake de kwaliteit van water bestemd voor menselijke consumptie wordt voor lood een maximale concentratie aangegeven.

De afgelopen jaren is in een aantal studies getracht een verband te leggen tussen de loodbelasting van kinderen en mogelijke neuropsychologische afwijkingen, zoals verminderde intelligentie en gedragsstoornissen. Deze onderzoeken hebben ook in ons land sterk de aandacht getrokken en geleid tot een herbezinning op de loodproblematiek.

Deze notitie geeft een overzicht van de belangrijkste aspecten van het loodvraagstuk. Wat betreft de toxische effecten wordt met name aandacht besteed aan de loodbelasting van zuigelingen en kleine kinderen die, omdat een aantal functies van het centrale zenuwstelsel bij hen nog in ontwikkeling zijn en lood hierop een negatieve invloed kan uitoefenen, de voornaamste risicogroepen vormen. Bovendien leidt het gedrag van jonge kinderen ertoe dat ze naar verhouding veel lood binnenkrijgen. De verschillende routes van belasting van mens en milieu met lood worden aangegeven en het belang hiervan wordt voor de mens tegen de totale belasting afgewogen. Waar mogelijk wordt aangegeven hoe tot een vermindering van deze belasting kan worden gekomen.

<sup>1</sup> A. J. Ligeon, C. H. Huisman, R. L. Zielhuis, T. Soc. Geneesk. 59 (1981) nr. 17.

## 2. TOXISCHE EFFECTEN VAN LOOD

### 2.1. Algemene aspecten

Lood en zijn verbindingen zijn potentieel toxisch. Voor zover bekend heeft lood geen enkele fysiologische functie in mensen, dieren of planten. Door de zeer lange halfwaardetijd (dit is de tijd waarin de helft van het vastgelegde lood het lichaam weer verlaat) en de chronische blootstelling waaraan een ieder is onderworpen, treedt bij de mens accumulatie (ophoping) op en de totale belasting met lood dient daarom tot een minimum beperkt te blijven.

Lood en anorganische loodverbindingen leiden door hun slechte oplosbaarheid en hun geringe opname in het lichaam, ondanks hun hoge giftigheid, in de Nederlandse situatie slechts zelden tot acute vergiftigingen en karakteristieke loodvergiftigingen zijn dan ook het gevolg van langdurige blootstelling in bepaalde arbeidssituaties. Het klinische beeld van de matige loodvergiftiging bestaat uit specifieke en daarom moeilijk als zodanig te herkennen klachten zoals moeheid, spierpijn, prikkelbaarheid en buikpijn. Bij een ernstige intoxicatie treden koliekpijnen op en in zeer ernstige gevallen hersenbeschadiging (encefalopathie) die tot de dood kan leiden. Acute loodencefalopathie is buiten ons land, bij voorbeeld in de VS, wel waargenomen bij kinderen, als gevolg van het eten van loodhoudende verfschilders. De blootstelling is dan erg hoog, daar deze verf tot ca. 70% lood kan bevatten.

Lood kan een groot aantal biologische systemen aantasten (zie fig. 2.1). Het meest gevoelig voor lood zijn de haem-synthese (haem is het ijzerbevattende gedeelte van het haemoglobine), de nieren en het zenuwstelsel. Met name remming van de activiteit van het voor één van de beginstappen van de haem-synthese belangrijke enzym  $\delta$ -aminolevulinezuurdehydratase (ALAD), treedt reeds op bij lage bloed-loodgehalten. Door de aanwezige reserve aan ALAD leidt dit nog niet tot een verminderde haem-productie. Bij bloed-loodgehalten van 15–35  $\mu\text{g/dl}$  wordt een stijging waargenomen van protoporfyrine (de stof die samen met ijzer het haem moet vormen) in de rode bloedcellen, dit betekent dat verminderde haem-productie plaatsvindt ten gevolge van een belemmering in de laatste stap van de biosynthese van het haem. Gevonden is dat jonge kinderen hiervoor gevoeliger zijn dan volwassen vrouwen, terwijl volwassen mannen het minst gevoelig zijn. Bij bloed-loodgehalten boven de 40  $\mu\text{g/dl}$  wordt een verhoogde afscheiding van  $\delta$ -aminolevulinezuur in de urine gevonden, wat wijst op een tekort aan ALAD. Remming van de haem-synthese kan, afhankelijk van de mate waarin dit geschiedt, leiden tot anemie (bloedarmoede).

Chronische nieraandoeningen kunnen optreden bij langdurige blootstelling aan lood waarbij het bloed-loodgehalte 70  $\mu\text{g/dl}$  overschrijdt. Voor het effect op de hersenen kan nog geen kritische grenswaarde gegeven worden, omdat deze effecten specifiek zijn en er nog geen gestandaardiseerde testmethoden bestaan om subklinische schade aan het centrale zenuwstelsel, die mogelijk al kan optreden bij relatief lage blootstelling, te bepalen. Over het algemeen, o.a. door de WHO, wordt voor kinderen als benedengrens voor een verhoogd risico een bloed-loodgehalte van 30  $\mu\text{g/dl}$  aangenomen.

Door de beperkingen die door voorschriften en normen aan de loodbelasting zijn gesteld, komen loodvergiftigingen die geen beroepsmatige oorzaak hebben, weinig meer voor in Nederland.

Lood is vrijwel in alle organen aan te tonen. Het overgrote deel wordt vastgelegd in het beenderstelsel (zie fig. 2.2). Voor de meeste weefsels wordt voor het twintigste levensjaar een evenwichtstoestand bereikt, die zich voor het verdere leven handhaaft. De loodconcentraties in het beenderstelsel, de aorta, lever, longen, nieren, pancreas en milt stijgen echter met de leeftijd.

Voor de bepaling van de loodbelasting kunnen een aantal parameters worden gebruikt. Voor bevolkingsonderzoeken is hieruit gekozen voor het lood in bloed (PbB)-gehalte. De PbB-waarden geven een indruk van de actuele blootstelling (laatste drie à vier maanden). Als indicatie voor chronische blootstelling wordt wel gebruik gemaakt van het loodgehalte van tanden (voor kinderen gewisselde melktanden). De waarde van laatstgenoemde bepaling staat, o.a. door de nog bestaande analytische problemen en door de spreiding in de gehalten van verschillende tanden van hetzelfde individu, nog niet vast. Er bestaat geen rechtstreeks verband tussen het gehalte van lood in tanden en lood in bloed. Het loodgehalte in tanden ontstaat door de sommatie van in het verleden doorgemaakte, mogelijk zeer wisselende, blootstellingen aan lood. Gezien het grote verschil in halfwaardetijd (zie fig. 2.2) is de accumulatie van lood in tanden, beenderen en haar geen goede maat voor de blootstelling van zachte weefsels, zoals de nieren en de hersenen.

Naast de vermelde directe loodbepalingen kunnen ook biologische parameters worden bepaald die gevoelig zijn voor lood, zoals de uitscheiding van  $\delta$ -aminolevulinezuur en coproporfyrine in de urine en het gehalte aan protoporfyrine in bloed.

## 2.2. Risicogroepen

Bekend is dat lood ongehinderd de placenta passeert waardoor de foetus vrijwel hetzelfde bloed-loodgehalte zal hebben als de moeder. Een hoge blootstelling aan lood van zwangere vrouwen geeft aanleiding tot vroeggeboorte en miskramen en is ook in verband gebracht met het achterblijven van de geestelijke ontwikkeling van kinderen<sup>2</sup>.

De hersenen maken vanaf de vierde maand van de zwangerschap tot ongeveer het vierde levensjaar van het kind een bijzonder snelle groei door en zijn in die periode zeer gevoelig voor irreversibele schade<sup>3</sup>. Vooral in deze periode kan een te hoge loodbelasting tot onherstelbare schade leiden. Foetussen en kleine kinderen vormen daarom risicogroepen. De Wereldgezondheidsorganisatie heeft daarom voor vrouwelijke werknemers in de reproductieve levensfase een limiet gesteld aan het bloed-loodgehalte van  $30 \mu\text{g/dl}$  tegenover  $40 \mu\text{g/dl}$  voor de overige werknemers<sup>4</sup>. Uitgaande van deze waarden heeft de Werkgroep van Deskundigen van de Nationale MAC-Commissie in haar rapport van oktober 1980 grenswaarden voorgesteld voor lood in de lucht op de werkplaats van  $60 \mu\text{g/m}^3$  als tijdsgemiddelde voor mannen en  $40 \mu\text{g/m}^3$  t.g.g. voor vrouwen, waarbij tevens via biologische monitoring de individuele bloed-loodwaarden worden bewaakt.

Loodhoudende stof en grond zijn een belangrijke bron van belasting voor kleine kinderen, waardoor zij in verhouding tot hun lichaamsgewicht al snel meer lood opnemen dan volwassenen. Bovendien wordt lood bij zeer jonge kinderen 4 à 5 maal beter via het maag-darmkanaal opgenomen dan bij volwassenen (NAS, 1976). De fysieke activiteit van kinderen is groter dan die van volwassenen waardoor hun ademhalingsvolume ook relatief groter is. Ook ademen ze daardoor meer via de mond, wat een slechtere filtering van de lucht tot gevolg heeft<sup>5</sup>. In gebieden waar het drinkwater veel lood bevat kunnen vooral zuigelingen die flesvoeding krijgen, sterk worden belast. Uit meerdere onderzoeken is gebleken dat er een verband bestaat tussen de loodbelasting en de sociaal-economische status. Bij de lagere inkomens werden hogere loodconcentraties in bloed gevonden. Woonomstandigheden en voedingspatroon zijn waarschijnlijk de belangrijkste factoren voor deze verschillen.

Door de Wereldgezondheidsorganisatie is voor volwassenen de voorlopig maximaal aanvaardbare belasting voor voedsel en drinken gesteld op  $3000 \mu\text{g}$  per week<sup>6</sup>. Hiervoor is echter geen goede toxicologische onderbouwing gegeven. Voor kinderen is in WHO-verband een lagere norm ter discussie gesteld, het was echter nog niet mogelijk een voorlopig aanvaard-

<sup>2</sup> Zie voor een overzicht: J. M. Ratcliffe, *Lead in man and the environment*, 1981, Ellis Horwood Ltd, Chichester.

<sup>3</sup> National Academy of Sciences, 1976. *Recommendations for the prevention of lead poisoning in children*.

<sup>4</sup> WHO 1977, *Environment Health Criteria 2. Lead*.

<sup>5</sup> American Lung Association, persbericht 28 april 1978.

<sup>6</sup> WHO Technical Report Series no 539 (1974).

bare belasting voor kinderen te specificeren<sup>7</sup>. De Amerikaanse Food and Drug Administration stelt dat kinderen jonger dan 6 maanden maximaal 100 µg lood per dag mogen opnemen en kinderen van 6 tot 24 maanden maximaal 150 µg per dag (FDA 1978).

Het US Center for Disease stelde voor kinderen als limiet voor bloedloodwaarden 30 µg/dl, een grenswaarde die onderschreven werd door de American Academy of Pediatrics en in 1977 door EPA werd overgenomen. In de EG zijn voorstellen gedaan om de officiële richtlijn voor kinderen zodanig te verlagen dat de mediaan gelegd wordt bij 20 µg/dl en de 98e centiel bij 30 µg/dl.

Lood oefent reeds bij een relatief lage belasting een toxische werking uit op het centrale en het perifere zenuwstelsel. Bij bloedloodgehalten van 40 µg/dl of meer is bij kinderen een significante vermindering van het geleidingsvermogen van perifere zenuwbanen waargenomen<sup>8</sup>. Ook bij volwassenen is dit aangetoond.<sup>9,10</sup> Opgemerkt dient echter te worden dat de gevolgde bepalingsmethode ter discussie staat<sup>11</sup>. De invloed van de gevolgen van relatief lage loodbelasting (< 60 µg/dl) voor de ontwikkeling van het centrale zenuwstelsel en de belasting waarbij afwijkingen gaan optreden, zijn momenteel onderwerpen waarnaar veel onderzoek wordt verricht. Daar het gaat om subklinische effecten is getracht het antwoord te vinden uit epidemiologisch onderzoek, waarin gezocht wordt naar een relatie tussen loodbelasting en mindere prestaties in IQ-testen en gedragsafwijkingen (hyperactiviteit). Daar echter een groot aantal omstandigheden deze parameters beïnvloeden is een nauwkeurige evaluatie van de betekenis van lood in dezen buitengewoon moeilijk. Zo bestaat er bij voorbeeld, zoals reeds vermeld, een verband tussen loodbelasting en lagere sociaal-economische status, terwijl deze allebei van invloed zijn op de te bepalen parameters. In onderzoeken van Needleman (VS)<sup>12</sup> en Winneke (Duitsland)<sup>13</sup> werd een verband gelegd tussen verminderde prestaties in de testen en het loodgehalte in tanden. Yule c.s. (Engeland) vinden een verband met het bloedloodgehalte<sup>14</sup>. Needleman vond ook verschillen in de elektro-encefalogrammen van kinderen met een hoog en laag gehalte aan lood in hun tanden<sup>12</sup>. De resultaten van het tot op heden verrichte onderzoek rechtvaardigen nog niet de conclusie dat lood bij de huidige aanvaardbaar geachte belasting (bloedloodgehalten kleiner dan 30 µg/dl) een significant effect veroorzaakt. Een oorzakelijk verband tussen lood, afhankelijk van het blootstellingsniveau en de waarnemingen uit genoemde onderzoeken is niet uit te sluiten, evenmin als marginale effecten bij betrekkelijk lage belasting (bloedloodgehalte < 40 µg/dl), zodat gepleit wordt voor een zo groot mogelijke veiligheidsmarge.

### 2.3. Onderzoek lood in bloed bij Nederlandse kinderen

In het kader van de Europese Richtlijn betreffende het biologisch toezicht op de bevolking in verband met het gevaar van lood (77/312/EEG) werd in het eerste halfjaar van 1979 en in het voorjaar van 1981 in Nederland een campagne «lood in bloed» georganiseerd. Bij deze onderzoeken heeft men zich met name gericht op jonge kinderen (4–6-jarigen). Door de Europese Commissie is een Biological Quality Guide (BQG) aanvaard die aangeeft welke bloedloodwaarde door een bepaald percentage van de bevolking niet mag worden overschreden. Voor kinderen is een richtlijn voorgesteld met lagere percentielwaarden dan die volgens de officiële EG-Richtlijn (zie tabel 2.3.1).

Tabel 2.3.1.

Populatie	Percentage EG	Voorgesteld voor kinderen	EPA
100	40 µg/dl		30 µg/dl
98	35 µg/dl	30 µg/dl	
90	30 µg/dl	25 µg/dl	
50	20 µg/dl	20 µg/dl	15 µg/dl

<sup>7</sup> WHO Technical Report Series no 631 (1978).

<sup>8</sup> R. G. Feldman c.s. Am. J. Dis. Child. 125 39–41 (1973).

<sup>9</sup> A. M. Seppalainen c.s. Arch. Environm. Health 30 180 (1975).

<sup>10</sup> S. Hernberg in «Effects and Dose-Response Relationships of Toxic Metals», Ed. G. F. Nordberg, Elsevier, New York, 1976.

<sup>11</sup> T. H. Maugh II, Science 215 (5) 1982, Biological Markers for Chemical Exposure.

<sup>12</sup> H. L. Needleman International Conference Heavy Metals in the Environment, Amsterdam 1981.

<sup>13</sup> G. Winneke c.s. International Conference Heavy Metals in the Environment, Amsterdam 1981.

<sup>14</sup> W. Yule c.s. Develop. Med. Child. Neurol. 23 567 (1981).

Kinderen uit geselecteerde wijken uit een aantal gemeenten werden onderzocht om een indruk te krijgen van de invloed van de woonomgeving. De resultaten van de eerste campagne zijn weergegeven in tabel 2.3.2<sup>15</sup>.

Tabel 2.3.2. Loodgehalte in bloed van kinderen (4–6 jaar) in  $\mu\text{g}/\text{dl}$  (1979)

Gebied	Aantal	Percentielen		
		< 50%	< 90%	< 98%
Amsterdam-centrum	52	14	22	24
Amsterdam-buiten	58	11	16	21
Den Haag	103	18	25	32
Rotterdam	100	16	25	33
Haarlem	50	16	21	26
Leeuwarden	53	12	17	18
Hilvarenbeek (controle)	51	12	16	20
Voorgestelde normwaarde	—	20	25	30

Er werd praktisch steeds voldaan aan de EG-referentiewaarden. Slechts één kind lag met een bloed-loodgehalte van  $42 \mu\text{g}/\text{dl}$  hierboven en in dit geval heeft individuele follow-up plaatsgevonden. De nieuwe BQG voor kinderen werd in Rotterdam en Den Haag voor het 90-percentiel bereikt en voor het 98-percentiel overschreden. De resultaten van de tweede campagne zijn weergegeven in tabel 2.3.3. Hieruit blijkt dat de bloed-loodgehalten over de gehele linie lager liggen dan in 1979 en dat de voorgestelde richtlijn voor kinderen niet wordt overschreden. De mediaan ligt op  $11,2 \mu\text{g}/\text{dl}$ . Op grond van deze gegevens kan in Nederland niet gesproken worden van een verontrustende situatie uit het oogpunt van volksgezondheid. Een verklaring voor de significante verlaging van de tijdens de tweede campagne gevonden bloed-loodwaarden ten opzichte van die van de eerste campagne kan nog niet worden aangereikt. Vooralsnog lijkt het te gemakkelijk om dit toe te schrijven aan de met ingang van 1978 ingevoerde verlaging van het loodgehalte in benzine.

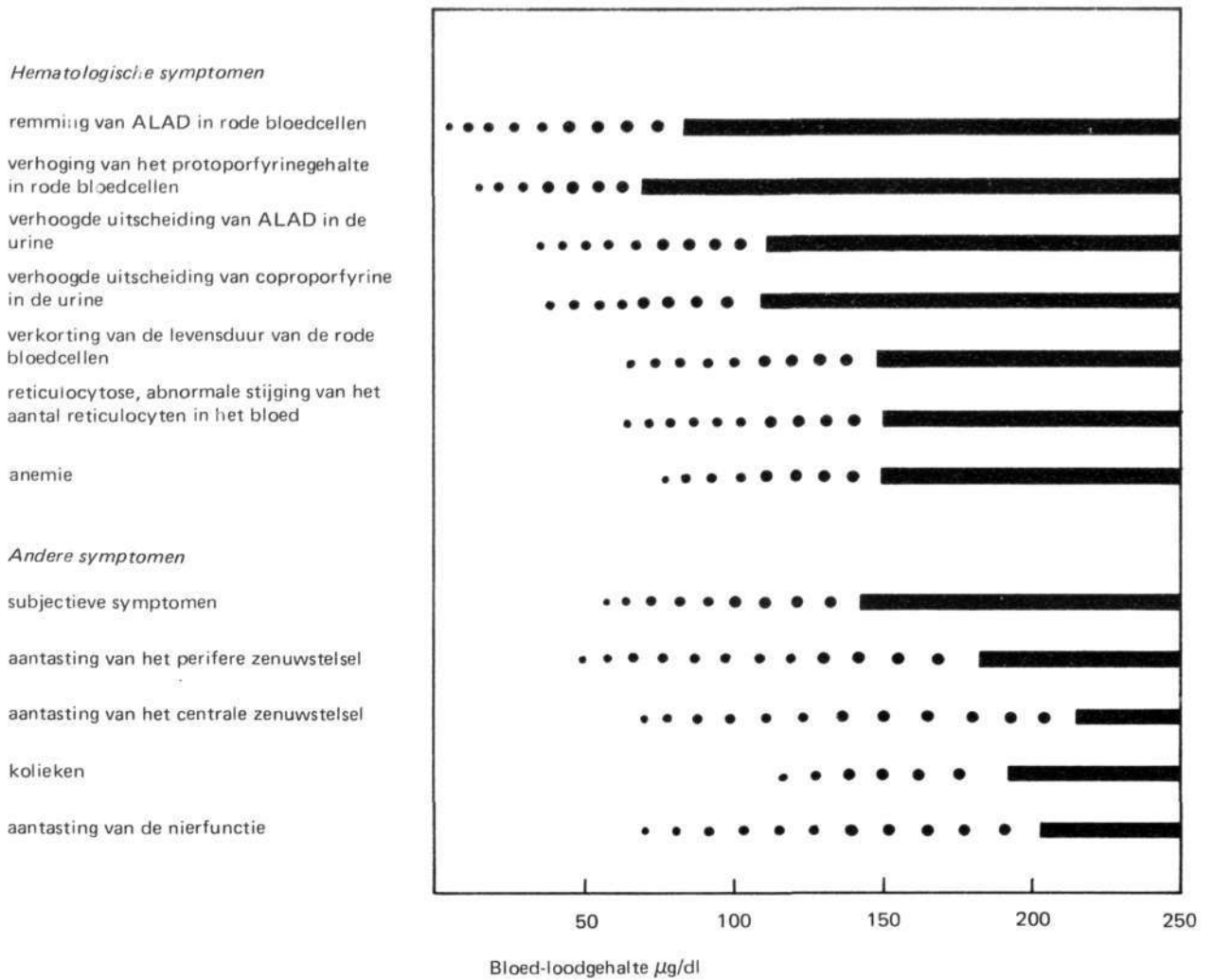
Tabel 2.3.3. Loodgehalte in bloed in  $\mu\text{g}/\text{dl}$  (1981)

Gebied	Aantal	Percentielen		
		< 50%	< 90%	< 98%
Schoonhoven	121	10	16	21
Arnhem	15	16	19	20
IJmond	106	11	16	19
Utrecht	49	11	17	21
Zoetermeer	92	8	11	15
Den Haag	88	13	19	23
Rotterdam-centrum	99	13	18	22
Rotterdam-buiten	92	8	11	13
Voorgestelde normwaarde	—	20	25	30

De EG-onderzoeken naar lood in bloed zijn nu afgerond. Het zou wenselijk zijn indien na verloop van een aantal jaren nog eens een dergelijk breed opgezet onderzoek werd gedaan in Nederland om na te gaan of er verandering is opgetreden in de nu gevonden, vrij geruststellende, situatie.

<sup>15</sup> A. J. Ligeon c.s. T. Soc. Geneesk. 59 (1981) nr. 17.

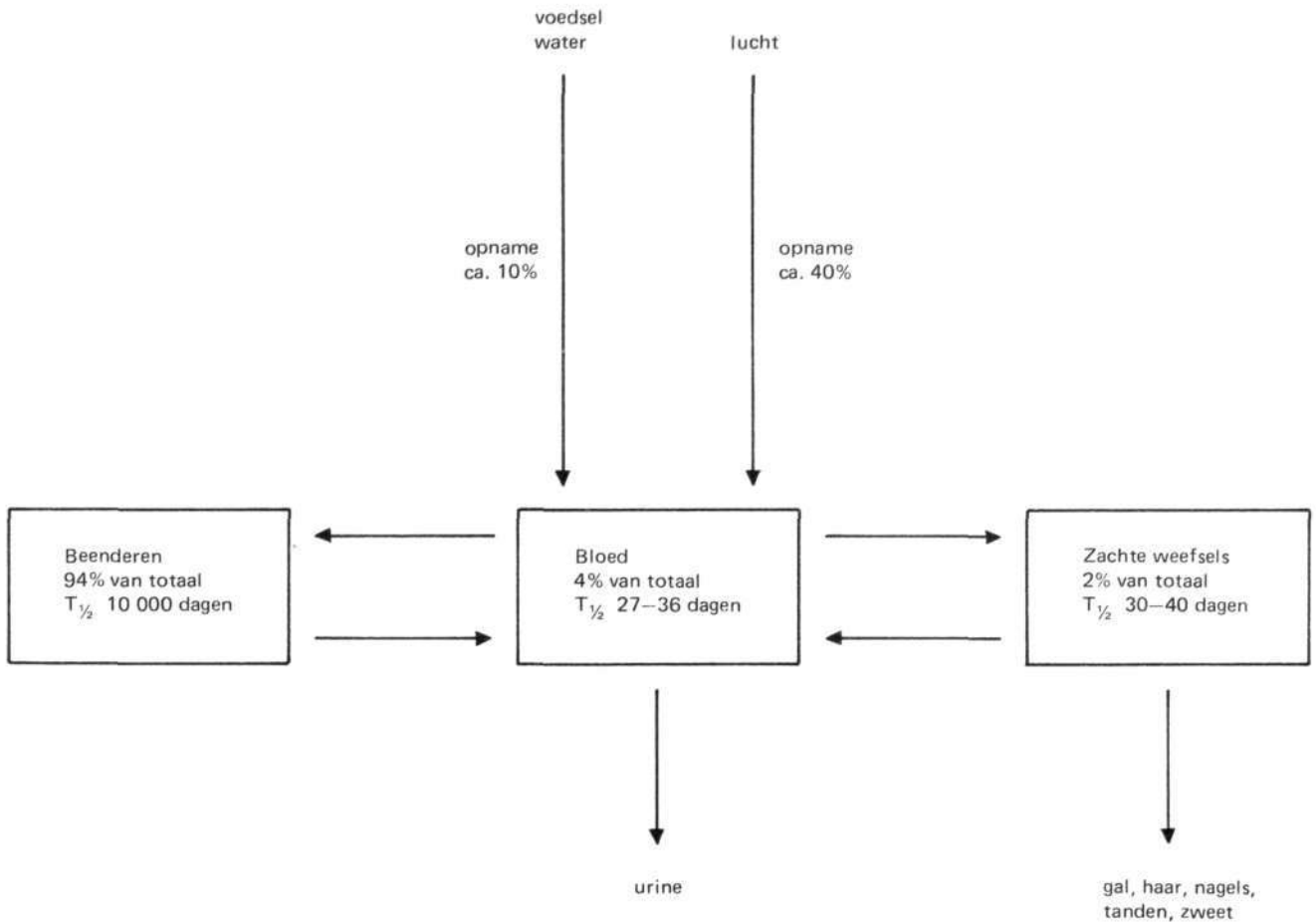
Figuur 2.1



Verband tussen bloed-loodgehalten en het optreden van enige effecten. Ten gevolge van de grote spreiding in individuele gevoeligheid zijn geen scherpe grenzen aan te geven. De stippellijnen duiden aan dat de ernst van de effecten en de omvang van de populatie die deze effecten vertoont toeneemt bij stijging van de bloed-loodgehalten. Ze gaan over in de ononderbroken lijnen die de gehalten aangeven waarbij het merendeel van de populatie ernstige effecten vertoont (schema van S. Hernberg in «Toxic effects and dose-response relationships of metals», Ed. G. F. Nordberg, Elsevier 1976 aangevuld met recentere gegevens).



Figuur 2.2



driecompartimentenmodel voor de verdeling van lood bij volwassenen  
vergelijk M. B. Rabinowitz c.s. *Science* 182 725–727. (1973).  
P. S. I. Barry c.s. *Brit. J. Ind. Med.* 32 119. (1975).

### 3. VOORNAAMSTE BRONNEN EN ROUTES VAN BLOOTSTELLING

De toepassing van het lood stamt waarschijnlijk al van ca. 5000 voor Christus. Het wijd verspreide voorkomen van loodertsen, de gemakkelijke winbaarheid van het metaal hieruit en de bijzondere eigenschappen ervan, zoals de goede bewerkbaarheid en stabiliteit, hebben bijgedragen tot het steeds groeiende gebruik. Met een wereldproductie van 4,4 mln. ton per jaar (1978) neemt het de vijfde plaats in onder de metalen.

Van de toepassingen is die voor de productie van de antiklopmiddelen tetraethyllood (TEL) en tetramethyllood (TML) één van de belangrijkste. Deze toepassing leidt ook tot de grootste belasting van het milieu met lood, middels de diffuse verspreiding door het autoverkeer. Uitgaande van het benzinegebruik en het loodgehalte van de benzines is te berekenen dat de looduitworp door het verkeer in Nederland in 1980 ca. 1400 ton bedroeg. De emissies ten gevolge van andere maatschappelijke activiteiten (industrie, verbranding van kolen en afgewerkte olie) zijn ten opzichte hiervan van secundair belang, maar kunnen in de directe omgeving wel een belangrijke bron van belasting vormen.

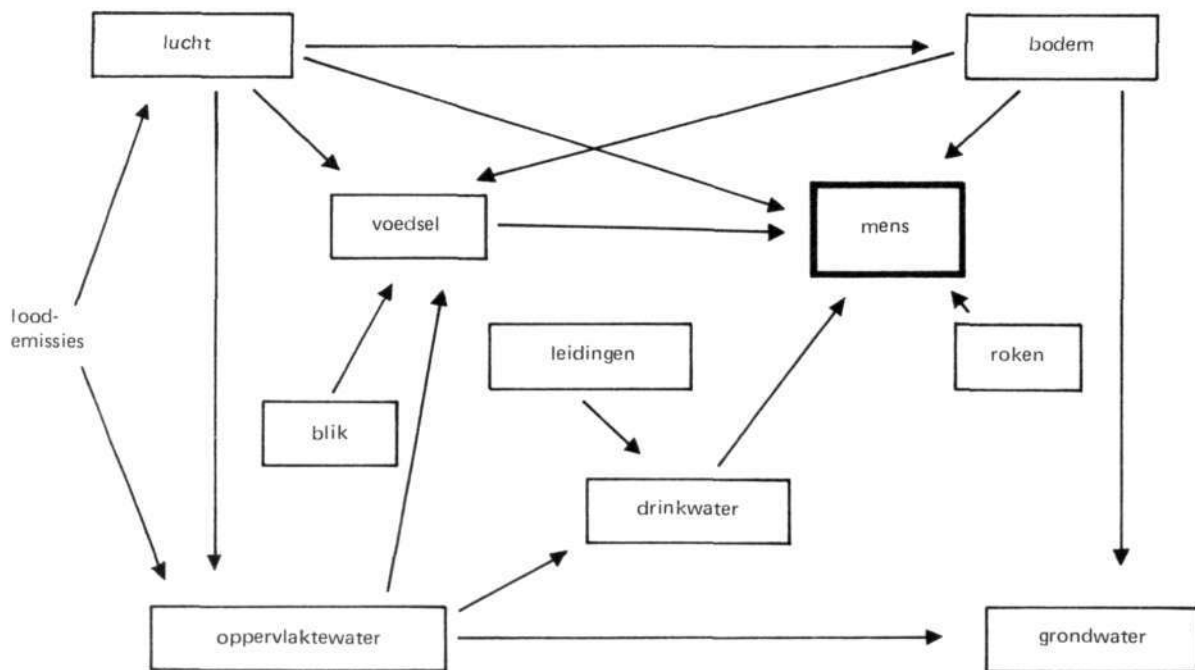
Behalve lucht als bron van loodbelasting zijn ook drinkwater en voedsel voor mens en dier belangrijke belastingsroutes. De directe bijdragen tot de totale belasting worden voor de volwassen mens gemiddeld geschat op: voedsel 65% water 20% en lucht 15%.

Door depositie uit de lucht, die vooral in de buurt van verkeerswegen aanzienlijk is, worden bodem en gewassen verontreinigd. In de bodem accumuleert lood in de toplaag. Deze loodverontreiniging heeft een remmende invloed op de bodemmicroflora en daardoor op de bodemademhaling. Regenwormen accumuleren lood, afhankelijk van het loodgehalte van de grond. Door de relatief lage toxiciteit voor deze dieren kan het gehalte tot hoge waarden stijgen wat consequenties kan hebben voor hun predatoren (mollen, volgels etc.). Consumptiegewassen kunnen lood uit de bodem opnemen, hoewel deze opname ten opzichte van een aantal andere zware metalen, als bij voorbeeld zink en cadmium, gering is. De directe verontreiniging vanuit de lucht is veel belangrijker en vormt een belangrijke route van belasting. Dit geldt met name voor vee en andere herbivoren, met als gevolg lood in melk en vlees. Ook voor de mens is dit een belangrijke route omdat door de gebruikelijke huishoudelijke reiniging van groenten slechts een gedeelte van dit lood wordt verwijderd.

Indien de bijdrage van de loodopname via voedsel die het gevolg is van de emissie in de lucht op 30-60% wordt geschat, hetgeen op grond van de thans ter beschikking staande gegevens aannemelijk moet worden geacht, brengt dit de bijdrage van de looduitworp in de lucht voor de volwassen mens op 35-55% van de totale belasting. Indien ook in overweging wordt genomen dat de resorptie via de longen geschat wordt op ca. 40% en via de spijsverteringsorganen op ca. 10%, leidt dit tot een bijdrage van lood uit de lucht in de werkelijke opname van 50-70% van het totaal.

Plaatselijk kunnen specifieke oorzaken leiden tot een relatief hoge belasting, bij voorbeeld door aanwezigheid van loden drinkwaterleidingen. Ook bepaalde gewoontes kunnen een aanzienlijke bijdrage leveren in de blootstelling aan lood, bij voorbeeld roken (loodgehalte ca. 0,7  $\mu\text{g}$  per sigaret) en bij kinderen pica, het in de mond steken van niet-etenswaren, waaronder ook straat- en huisstof dat vooral in stedelijke gebieden aanmerkelijke hoeveelheden lood bevat door de emissie van het autoverkeer.

Schematische weergave van de voornaamste routes van loodbelasting



## 4. LOOD IN DE BUITENLUCHT

### 4.1. Emissies

#### 4.1.1. Verkeer

Zoals reeds vermeld in hoofdstuk 3 is de looduitworp door het verkeer, als gevolg van het gebruik van benzine waaraan loodverbindingen zijn toegevoegd, verreweg de grootste factor in de verontreiniging van het milieu door lood. Deze verontreiniging is evenals het verkeer in hoge mate over het land gespreid, zie figuur bijl. 2. De loodverbindingen worden aan benzine toegevoegd om deze de gewenste antiklopeigenschappen te geven. De ontwikkeling van de loodemissie aan de hand van de benzineverbruiken (opgave CBS) en schattingen van het loodgehalte is als volgt:

	1970	1972	1974	1976	1978	1980
Emissie in tonnen	1310	1375	1741	1997	1463	1404

Bij deze waarden is een retentie in de auto (smeerolie en uitlaatsysteem) van 25% verondersteld. Duidelijk is dat de verlaging van het toelaatbare loodgehalte tot 0,4 gram per liter per 1 januari 1978 de sterke stijging teniet gedaan heeft die het gevolg was van het toenemend benzineverbruik en het in de eerste helft van de jaren zeventig oplopende loodgehalte van de benzines. De totale looduitworp door het verkeer ligt thans weer op het niveau van tien jaar geleden.

#### 4.1.2. Procesindustrie

In de procesindustrie kunnen drie categorieën bronnen van loodemissie worden onderscheiden:

- metallurgische activiteiten zoals de produktie van ruwijzer, staal en gietijzer en de produktie van lood uit oude loodaccu's en loodafval,
- vervaardiging van produkten met een hoog loodgehalte, zoals de fabricage van accubatterijen, de bereiding van loodhoudende pigmenten en menie en de bereiding van loodhoudende chemicaliën,
- vervaardiging van produkten uit met lood verontreinigde grondstoffen.

De procesemissies zijn in tegenstelling tot die van het verkeer aan bepaalde plaatsen in Nederland gebonden.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van deze loodemissies in Nederland gebaseerd op gegevens ontleend aan de Emissieregistratie (1973–1981).

	aantal bedrijven	hoev. lood tonnen/jaar	loodverbinding
1ste cat. Productie van ijzer en staal	2	32	loodverb. als PbO (pyrolyse)
Productie van gietijzer	16	12	
Gieten van ijzer en staal	8	1,1	
Productie van non-ferrometalen, hoofdz. lood, aluminium en brons	3	21	lood(II)oxide
Gieten van non-ferrometalen, hoofdz. lood en zink	3	1,05	loodverb. als PbO (pyrolyse)
Totaal		67,15	
2de cat Fabricage van loodaccu's	4	0,75	loodoxiden n.n.b.
Bereiding van loodhoudende pigmenten	5	0,55	div. loodverb.
Bereiding van hulpstoffen voor de plastic- en rubberindustrie	2	0,65	div. loodverb.
Totaal		1,95	
3de cat. Bereiding van anorganische basischemicaliën	1	0,800	loodsulfaat
Bakken van aardewerk en smelten van loodglas	2	0,005	loodoxiden n.n.b.
Totaal		0,805	

Uit dit overzicht blijkt dat de voornaamste bronnen van loodemissies in de procesindustrie de fabricage van staal en gietijzer (totaal 44 ton) en de verwerking van afvallood uit oude accu's en ander afvallood (ca. 20 ton) zijn.

#### 4.1.3. Verbranding van kolen

Het loodgehalte van steenkool kan variëren tussen 1,5 en 3000 ppm (gew.). Volgens de Energienota Deel II/Kolen (de Kolennota) ligt het loodgehalte van de in Nederland ingevoerde steenkool tussen de 10 en 100 ppm (gew.). Volgens het CBS is in 1979 een hoeveelheid van 4,8 mln. ton kolen verstoekt, wat voor het Nederlandse milieu een loodbelasting heeft gegeven liggende tussen 48 en 480 ton lood. Voor de verdere beschouwing zal voor 1979 uitgegaan worden van het gemiddelde van deze twee getallen, namelijk 264 ton lood. De Kolennota gaat ervan uit dat dit lood gelijkelijk over de asfracties verdeeld is en dat bij een elektriciteitscentrale van 600 MWe ca. 0,8% van de as niet wordt gevangen en in de atmosfeer wordt uitgeworpen.

Een kleine hoeveelheid kolen wordt thans waarschijnlijk in minder goed geoutilleerde kleine installaties verstoekt. Wat dit betekent voor de gemiddelde Nederlandse vliegassuitworp is niet bekend, doch redelijk lijkt uit te gaan van een percentage van 10.

Ten gevolge van de gelijke verdeling van het lood over de asfracties zal 10% van het uit kolen afkomstige lood als luchtverontreiniging in de atmosfeer komen, wat een hoeveelheid is van 26,4 ton voor 1979. Het overige deel van het lood komt via de opgevangen as op een andere wijze in het milieu.

Een doelstelling van het regeringsbeleid is het verbruik van kolen sterk te bevorderen; in 2000 zou een hoeveelheid van 22 mln. ton verstoekt moeten worden. Bij een evenredige ontwikkeling zou hieruit ca. 120 ton lood geëmitteerd worden.

#### 4.1.4. Verbranding van afgewerkte smeerolie

De afgewerkte smeerolie die afkomstig is van verbrandingsmotoren voor voortstuwing en aandrijving van schepen, personen- en vrachtauto's, mobiele en stationaire machines alsmede afkomstig van stationaire industriële installaties, zoals bij voorbeeld turbines en gereedschapswerktuigen, wordt veelal als lichte stookolie gebruikt. Ten aanzien van de luchtverontreiniging heeft dit nadelige consequenties daar in de motoren en machines aan de smeerolie lood afgegeven wordt in de vorm van slijtageproducten of van chemische verbindingen afkomstig van loodhoudende brandstoffen, zie 4.1.1.

Jaarlijks wordt ca. 80 000 ton van deze afgewerkte smeerolie met een gemiddeld loodgehalte van ca. 1500 ppm (gew.) verbrand. Daar deze olie doorgaans wordt verstoekt in kleine tot middelgrote installaties, waaraan geen rookgasfilters of andere emissiebeperkende installaties zijn toegevoegd, wordt dit lood volledig in de vorm van loodoxide in de atmosfeer uitgeworpen, wat voor Nederland neerkomt op een emissie van ca. 120 ton/jaar.

## 4.2. Optredende loodconcentraties

### 4.2.1. Concentraties van lood in lucht en depositie van lood

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van karakteristieke waarden voor de concentratie van lood in de lucht en de depositie van lood uit de lucht in Nederland. Looddeeltjes worden door droge of natte (met de regen) depositie uit de lucht verwijderd. De grovere looddeeltjes zullen vooral dicht bij de bron door droge depositie op de bodem terecht komen; de fijnere deeltjes zullen na transport over grote afstanden vrij gelijkmatig verspreid door natte en droge depositie de bodem bereiken. De gegevens met betrekking tot de depositie berusten voor een deel op berekeningen uitgaande van concentraties.

Karakteristieke waarden voor concentratie en depositie van lood

	Jaargemiddelde concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Droge depositie ( $\text{mg}/\text{m}^2$ - jaar)	Natte depositie ( $\text{mg}/\text{m}^2$ - jaar)	Totale depositie ( $\text{mg}/\text{m}^2$ - jaar)
Centrum grote stad en binnen enkele tientallen tot honderden meters van drukke grote weg	0,5–2	100–1000	20–30	120–1000
Stedelijke gebieden	0,2–0,5	30– 150	20–25	50– 175
Landelijke gebieden	0,1–0,2	5– 30	10–20	15– 50

Bij een vergelijkend onderzoek tussen buitenwijken en binnensteden werden in scholen en woningen deposities gemeten van 0,5 tot 5  $\text{mg}/\text{m}^2$  jaar.

Bij een beperkt onderzoek naar het loodgehalte in auto's tijdens het rijden (woon-werkverkeer) werden gemiddelde concentraties gemeten van ca. 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (spreiding 1 tot 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per rit).

#### 4.2.2. Concentratie van lood in huisstof, straatstof en bodem

Hoewel uitgebreide gegevens omtrent gehalten van lood in huisstof en straatstof ontbreken, kan op grond van de beschikbare gegevens wel een globale indicatie worden gegeven. Voor huisstof, straatstof en in tuingrond werden in verontreinigde gebieden concentraties van enkele honderden mg lood per kg stof gevonden. Van nature bevat de bodem slechts 5 tot 25 mg lood per kg droge stof.

### 4.3. Mogelijkheden tot vermindering van gebruik en emissie van lood

#### 4.3.1. Verlaging van het loodgehalte van benzine

Verlaging van het loodgehalte van benzine tot 0,15 g/l is technisch zonder meer mogelijk, getuige het in de BRD sinds 1 januari 1976 van kracht zijn van een dergelijke regeling. Voor de gebruiker is daarbij geen enkel probleem te vrezen, mits de huidige benzinekwaliteit gehandhaafd blijft. Hiertoe moet in de raffinaderij verder geraffineerd worden of moeten andere hoogwaardige verbindingen toegevoegd worden. Het kan nodig zijn hiervoor in de raffinaderijen voorzieningen te treffen waarmee tijd en geld gemoeid zijn. Het gevolg van verbeterde procesvoering kan een verhoogd gehalte aan aromaten betekenen. Als mogelijke andere hoogwaardige verbindingen kunnen alcoholen en ethers genoemd worden. Deze stoffen zijn iets duurder en het gebruik ervan zal afhangen van de technische en economische evaluatie van het probleem door de industrie. Over de uitkomst daarvan valt hier niets te voorspellen.

Het geheel achterwege laten van het gebruik van lood in benzine stuit op een aantal technische bezwaren. Gebruik van loodvrije benzine zou ten gevolge van de sterk verlaagde klopvastheid het noodzakelijk maken dat hiervoor auto's met een verlaagde compressieverhouding op de markt gebracht worden. Dit kan alleen in Europees verband. Afgezien van de Europese Richtlijn die het voorschrijven van loodgehalten lager dan 0,15 g/l uitsluit, moet dit in Europa voorlopig geen haalbare kaart geacht worden. Naast de loodvrije benzine voor de nieuwe auto's zou nog gedurende ca. tien jaren een gelode benzine voor de oudere auto's op de markt moeten blijven. In de afweging van de hiermee gepaard gaande problemen heeft men in de BRD, Zwitserland en het VK gekozen voor een verlaging tot 0,15 g/l op kortere termijn.

De verlaging van het loodgehalte van benzine brengt een aantal consequenties met zich mee ten aanzien van het energiegebruik, de kosten van het effect van de vervangende stoffen. Het niet of in mindere mate toevoegen van lood aan benzine betekent extra raffinage-inspanning welke neerkomt op een extra verbruik van grondstof (nafta) van 3 à 4%. Voor normale benzine ligt dit extra verbruik iets lager. In individuele gevallen (bedrijven) kan het wat hoger liggen. Op het totale ruwe-olieverbruik in Nederland zou dit neerkomen op een toename van ca. 0,6%. Dit energieverlies blijft van kracht op welke wijze men de benzine ook vervaardigt (toevoeging hoogoctaan koolwaterstoffen, alcoholen of ethers).

Het voorgaande impliceert een stijging van de kosten van benzine. Volgens een recente opgave van de industrie zal dit gemiddeld 3 cent per liter (kostprijs) zijn. Overigens hangt het van de marktsituatie af wat de autorijder hiervan zal merken.

Naar verwachting kan het onderhoud van de auto iets goedkoper worden doordat vooral de bougies en het uitlaatsysteem minder belast worden. Studies wijzen op een voordeel voor loodvrije benzine; in mindere mate moet dit ook gelden voor benzines met laag loodgehalte (0,15 g/l).

Naast de belangrijke vermindering van de uitworp van loodverbindingen treedt een evenredige vermindering van de daaraan toegevoegde stoffen op. Het betreft hier vooral de stoffen dibroomethaan en dichloorethaan. In tal van dierproeven is dibroomethaan carcinogeen gebleken, terwijl

hiervoor ook voor dichloorethaan aanwijzingen zijn. Het is vooral bij de verdamping van benzine dat deze stoffen in de omgevingslucht gebracht worden.

Het toepassen van andere procesvoering en van vervangende stoffen kan neerkomen op een toename van het gehalte aromaten of zuurstofhoudende verbindingen (alcoholen, ethers) van de benzine. In het eerste geval kan dit toenemen met 4 tot 13% op een huidig gehalte van gemiddeld 34%. Voor benzeen wordt echter geen noemenswaardige toeneming verwacht. Bekeken wordt of een gelijktijdige verlaging van de benzeengrens tot 5% (thans 7,5%) mogelijk is. Uitgebreide analysegegevens van benzines maken het onwaarschijnlijk dat hierbij problemen zullen ontstaan. In het tweede geval (alcoholen, ethers) geldt dat een kleine toename van de uitworp van aldehyden zal ontstaan. Hiertegenover staan echter kleine afnamen van de koolmonoxide- en koolwaterstoffenuitworp. Verlaging van het loodgehalte van benzine zal het loodgehalte van afgewerkte smeeroilie eveneens belangrijk doen dalen, zodat de looduitworp bij verbranding daarvan ook belangrijk zal verminderen.

Samenvattend moet de verlaging van het loodgehalte in milieuhygiënische zin duidelijk positief beoordeeld worden.

#### 4.3.2. *Vermindering van loodemissie bij verbranding van kolen*

Bij het verbranden van kolen komt al het zich in de kolen bevindende lood in de as en vliegast terecht. Om deze hoeveelheid lood te verminderen, zou bij voorbeeld de inzet van de hoeveelheid kolen verkleind kunnen worden. Dit is echter tegenstrijdig aan de op handen zijnde ontwikkeling. Verder kan gedacht worden aan het gebruik van kolen met een lager loodgehalte. Ten aanzien van dit punt zal echter de verkrijgbaarheid een rol spelen; te meer daar er ook al een wettelijke limiet op het zwavelgehalte van kolen bestaat.

De looduitstoot in de atmosfeer kan sterk verminderd worden door goede vliegastaf scheiding toe te passen. Ten opzichte van de vroegere wijze van kolenstoken zijn thans sterk verbeterde filterinstallaties beschikbaar die ook veel meer toegepast worden.

#### 4.3.3. *Vermindering van procesemissies*

Bij de bereiding van staal en gietijzer is de oorzaak van de loodemissie gelegen in het feit dat de toegepaste erts en grondstoffen een geringe hoeveelheid lood bevatten. Ook het te verwerken schroot bevat lood in de vorm van o.a. menie en lagermetaal. Door het thermisch proces komt het lood vrij en hecht zich aan de vliegstof, dat bij het smelten van het metaal ontstaat. Dit vliegstof bestaat voor het grootste deel uit ijzeroxiden, andere metaaloxiden en cokesstof en bevat daarnaast een geringe hoeveelheid loodoxiden. De bestrijding van de loodemissie in de basismetaleindustrie hangt dan ook zeer nauw samen met de bestrijding van de hier vrijkomende stofemissies.

Door het inzetten van effectieve stofbestrijdingsapparatuur zal een zeer hoog percentage van het vliegstof en dus ook van het lood kunnen worden afgevangen. De gebruikelijke stofbestrijdingsapparatuur hiervoor zijn electrostatische stoffilters, doekfilters en gaswassers, meestal venturi-wassers. Met deze filters zijn vangstrendementen tot 99,99% mogelijk.

Naar aanleiding van maatregelen voortvloeiend uit de bedrijfstakingstudie IJzergieterijen wordt de toepassing van adequate filtertechnieken bevorderd. Verder speelt bij de bestrijding van loodemissies de toepassing van minder vervuilende technieken («schone technologie») een rol o.a. door toepassing in bepaalde gevallen van elektro-ovens waardoor een veel geringere stofuitworp ontstaat.

## 5. LOOD IN DRINKWATER

### 5.1. Voórkomen in drinkwater en normen

Voor de opname van lood via drinkwater is de aanwezigheid van loden leidingen een overwegende factor. In het water af-pompstation zijn de concentraties normaal veelal lager dan  $5 \mu\text{g/l}$ , zodat bij afwezigheid van loden leidingen de bijdrage van drinkwater tot de loodbelasting van de mens relatief gering zal zijn ten opzichte van andere bronnen van loodbelasting. De concentratie aan lood in water in loden leidingen is afhankelijk van de hoedanigheid (o.a. zuurgraad) van het water, de temperatuur en de tijd van stilstand in de leiding. Voor de vaststelling van de concentratie van lood in drinkwater moet derhalve verschil worden gemaakt tussen de concentratie na «langdurige» stilstand en de concentratie bij doorstroming.

In de recente EG-Richtlijn inzake water bestemd voor menselijke consumptie is een grenswaarde vastgesteld van  $50 \mu\text{g/l}$  voor het gehalte aan lood in drinkwater na doorstroming. In het Waterleidingbesluit van 1960 was een grenswaarde gesteld van  $100 \mu\text{g/l}$  (niet nader gedefinieerd).

Naast de vaststelling van de loodconcentratie bij doorstroming wordt de concentratie ook wel gemeten door middel van de zogenaamde *proportionele bemonstering*, waarbij een monster wordt genomen naar evenredigheid van de voor directe consumptie gebruikte hoeveelheid water. Hiermee wordt een betere maat verkregen voor de opname. In een onderzoek naar de loodexpositie via drinkwater getransporteerd door loden leidingen, uitgevoerd door het RID en het KIWA, met behulp van deze techniek van *proportionele bemonstering*<sup>16,17</sup> is gebleken dat in 44% van de onderzochte steden met loden leidingen de waarde van  $50 \mu\text{g/l}$  bij meer dan 20% van het aantal monsters werd overschreden.

De concentratie van lood in drinkwater blijkt sterk afhankelijk te zijn van de zuurgraad (pH) van het water: bij hogere pH van het water is de loodconcentratie lager.

### 5.2. Aanwezigheid van loden leidingen

Loden leidingen worden aangetroffen als zogenaamde dienstleiding (dit is de leiding die de hoofdleiding met de binneninstallatie verbindt, zij is eigendom van het waterleidingbedrijf) en in de binneninstallaties. Lood is als leidingmateriaal na ca. 1940 nagenoeg niet meer toegepast, zodat de aanwezigheid van loden leidingen met name beperkt is tot de oudere woningen en aansluitingen. Naar schatting zullen in ca. 900 000 woningen nog – al of niet reeds gedeeltelijk vervangen – loden leidingen aanwezig zijn.

Naast de uitsluitend loden leidingen zijn in sommige gebieden loden leidingen met tinvoering toegepast, waarbij het drinkwater niet direct met lood in aanraking komt. Uit deze leidingen wordt vrijwel geen lood opgenomen; de loodconcentratie in het drinkwater blijft daar veelal ruim beneden de  $50 \mu\text{g/l}$ .

### 5.3. Gezondheidsaspecten

Bij een concentratie van  $50 \mu\text{g/l}$  en een consumptie van 2 liter drinkwater per dag zal er via drinkwater een dagelijkse opname van lood plaatsvinden van  $100 \mu\text{g}$ . Door de WHO/FAO is de maximaal aanvaardbare opname voor lood gesteld op  $3000 \mu\text{g}$  per week voor een volwassene (komt gemiddeld overeen met ca.  $430 \mu\text{g}$  per dag). Bij een concentratie van  $50 \mu\text{g/l}$  wordt dus 23,4% van de maximaal toelaatbaar geachte dosis via drinkwater opgenomen. De gemiddelde opname aan lood in Nederland via het voedsel wordt geschat op ca.  $90 \mu\text{g}$  per dag, exclusief de bijdrage via drinkwater<sup>18</sup>.

In het kader van het Europees onderzoek naar lood in bloed (1979, 1980) zijn op een aantal plaatsen in Nederland lood in bloed-gehalten bepaald bij

<sup>16</sup> Corrosiveness of drinking water and cardiovascular disease mortality. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 25, 658–662 (1980).

<sup>17</sup> Elzenga, C. H. J.; Graveland A.

Proposal of the European communities for a directive relating to quality of water for human consumption; actual metal levels in drinkingwater and some possibilities for reduction by central water conditioning by waterworks. IWSA-congres (1980).

<sup>18</sup> Staatstoezicht op de Volksgezondheid. Bewakingsprogramma «mens en voeding». Staatsuitgeverij (1980).



groepen kinderen (4–6 jaar) in oude binnensteden (met relatief veel loden leidingen). Ter vergelijking zijn tevens analoge groepen onderzocht in enige buitengebieden zonder loden leidingen. De gegevens zijn samengevat in tabel 2.3.2. Het blijkt, dat de percentielwaarden van alle groepen beneden de door de EG gestelde grenswaarden blijven. Wel werd op een tweetal plaatsen de later door Nederland aangepaste 98 percentielwaarden van  $30 \mu\text{g}$  lood/dl bloed overschreden. De resultaten van deze onderzoeken laten echter geen eenduidige conclusie ten aanzien van de relatieve bijdrage door drinkwater toe, daar het verschil in niveau tevens voor een deel door de hogere opname via de lucht kan worden verklaard. Bij het onderzoek in Leeuwarden werd tevens de relatie onderzocht met de lengte van de loden leidingen en het lood in bloed-gehalte. De resultaten wijzen in de richting dat de lood in bloed-waarden hoger zijn bij aanwezigheid van langere loden leidingen (verschil ca.  $2,5 \mu\text{g}/\text{dl}$  lood in bloed tussen groepen met korte en lange leidingen). Voor de relatie tussen de concentratie van lood in drinkwater en lood in bloed worden in de literatuur voor volwassenen lood in bloed-waarden genoemd van  $0,5\text{--}2,8 \mu\text{g}/\text{dl}$  per  $100 \mu\text{g}$  via drinkwater dagelijks opgenomen hoeveelheid lood<sup>19</sup>. Een categorie die bijzondere aandacht vraagt vormen de zuigelingen met flesvoeding, vanwege de relatief hogere waterconsumptie. Ook moet worden aangenomen dat bij jonge kinderen de opname van lood uit het maag-darmkanaal relatief hoger is dan bij volwassenen. In een recent uitgevoerd onderzoek bij zuigelingen<sup>20</sup> uit een oude binnenstad werd echter geen significante verhoging van het zinkprotoporfyrine gehalte in bloed gevonden ten opzichte van zuigelingen uit een buitenwijk. Zinkprotoporfyrine is een maat voor de blootstelling aan lood.

Hoewel het epidemiologisch onderzoek geen aanwijzing geeft voor nadelige effecten is het met het oog op de totale opname voor met name de genoemde categorie gewenst om voorzichtigheid te betrachten, bij voorbeeld door zoveel mogelijk vers, doorgestroomd leidingwater (niet uit boilers) te gebruiken.

Samenvattend kan worden gesteld, dat loden leidingen een significante bijdrage kunnen leveren aan de loodbelasting van de mens. Bij een beleid gericht op vermindering van het loodbelasting is het tevens van belang om de loodbelasting via drinkwater waar mogelijk te verminderen.

#### 5.4. Mogelijkheden tot vermindering van de loodopname via drinkwater

##### a. *Conditionering van het water naar een hogere pH*

Door verhoging van de pH van het water kan een aanzienlijke verlaging worden bereikt van de loodafgifte aan het drinkwater. Een pH-verhoging gaat echter veelal gepaard met een afzetting van calciumcarbonaat (ontharding), zodat hierbij onthardingsinstallaties zijn vereist. Mede in verband met de tot voor kort nog aanwezige twijfels over een mogelijke relatie tussen lagere hardheid van het water en het optreden van hart- en vaatziekten bestond nog terughoudendheid over de uitvoering van deze maatregel.

In gebieden met relatief veel loden leidingen en waar het water een relatief hoog oplossend vermogen voor lood heeft zal door conditionering van het water een belangrijke reductie van de loodopname kunnen worden bereikt.

Ter zijde moet worden opgemerkt dat een dergelijke conditionering ook past in een beleid ten aanzien van andere milieuhygiënische aspecten zoals vermindering van kopercorrosie en koperafgifte aan het milieu en vermindering van gebruik van fosfaten in wasmiddelen ten gevolge van een lagere waterhardheid. Ook kan conditionering economische voordelen hebben door vermindering van aantasting en slijtage van warmwaterapparatuur. De wenselijkheid en effectiviteit van waterconditionering zal echter van plaats tot plaats moeten worden bezien, afhankelijk van de samenstelling en loodopname van het water.

Ten aanzien van de mogelijke gezondheidsbezwaren verbonden aan centrale ontharding zijn de onderzoeksresultaten van belang van een

<sup>19</sup> DHSS Working party on lead in the environment. Lead and Health. Department of Health and Social Security, London (1980).

<sup>20</sup> Ligeon, A. J., v. Schijndel, A. M. Sallé, H. J. A., Wibowo, A. A. E. Zuigelingenvoeding, haemsynthese en lood.

werkgroep onder leiding van prof. dr. Zielhuis die recent verslag heeft uitgebracht van zijn werkzaamheden. Geconcludeerd werd, dat er geen overwegende bezwaren meer bestaan tegen een hardheidsvermindering tot een niveau van 3 meq (calcium + magnesium) per liter.

#### *b. Vervanging van loden leidingen*

In veel gevallen vindt reeds vervanging plaats van loden leidingen, met name bij renovatie, zodat het bestand aan loden leidingen in de loop van de tijd geleidelijk aan afneemt. Het lijkt echter nuttig om hierover meer sluitende afspraken te maken om zeker te stellen dat bij renovatie systematisch de loden leidingen worden vervangen. Ten aanzien van loden dienstleidingen zou er bij de waterleidingbedrijven op aan kunnen worden gedrongen om – voor zover dit nog niet geschiedt – bij geval van noodzakelijke reparaties aan de dienstleiding en bij renovatieprojecten zoveel mogelijk de loden dienstleidingen te vervangen.

#### *c. Doorspoelen van de leiding*

Met name voor de bereiding van zuigelingenvoeding verdient het aanbeveling om zoveel mogelijk vers, doorgestroomd leidingwater te gebruiken. Door gerichte voorlichting kan voor dit aspect aandacht worden gevraagd, zoals door sommige waterleidingbedrijven reeds gebeurt.

## **6. LOOBBELASTING VIA VOEDSELCOMPONENTEN**

### **6.1. De door de Wereldgezondheidsorganisatie aanbevolen grenswaarden**

In het 17de rapport<sup>21</sup> uitgegeven door de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) betreffende gezondheidsaspecten van voedseltoevoegingen en verontreinigingen in voedsel, is voor lood een maximaal voorlopig aanvaardbare belasting van 3000  $\mu\text{g}$  per week aangegeven met betrekking tot volwassen personen. In het 22ste rapport, daterend van 1978<sup>22</sup>, is hieraan toegevoegd dat een voorlopig aanvaardbare belasting voor kinderen nog niet kan worden gespecificeerd. Deze laatste uitspraak werd mede ingegeven doordat bekend is dat bij jonge kinderen lood in hogere mate uit het maag-darmkanaal in het lichaam wordt opgenomen dan bij volwassenen het geval is, zonder dat echter kan worden aangegeven, welke hoeveelheden voor deze leeftijdsgroep schadelijk zijn. Gesteld dient te worden dat de hoeveelheid lood in het totale levensmiddelenpakket, gemiddeld over langere tijd, in elk geval voor volwassenen beneden de door de WHO aangegeven waarde dient te blijven. Daar men bij de bewaking met een standaardlevensmiddelenpakket van 2700 kcal (11 300 kJ) per dag pleegt te werken, is het praktisch, ook van aanvaardbare daghoeveelheden voor de hier bedoelde verontreiniging uit te gaan, te weten gemiddeld 430  $\mu\text{g}$  voor lood.

### **6.2. Bronnen van verontreiniging**

Loodvergiftiging door te veel lood in het voedsel is sedert lang bekend en werd van oudsher veroorzaakt door lood uit verpakkingsmateriaal of uit eet- en drinkgerei. Het Verpakkingen- en gebruiksartikelenbesluit heeft aan deze waren eisen gesteld, die dergelijke ontsparingen moeten uitsluiten.

In het algemeen kan worden gesteld dat primaire bronnen van lood worden gevormd door industrieel en huishoudelijk gebruik van dit metaal en zijn verbindingen. Secundair kan loodverontreiniging ontstaan via diffuse verspreiding in lucht (stof, uitlaatgassen), in het water, in huishoudelijk afval en compost, in rivierslib, in slib van afvalwaterzuiveringsinstallaties. Meststoffen, bestrijdingsmiddelen en veevoeder kunnen verder aan de verontreiniging bijdragen.

Goede landbouwgronden zullen niet meer dan 50 ppm lood (op de droge stof) bevatten. De gehalten in het gewas worden overigens niet alleen door

<sup>21</sup> 17th Report of the Joint WHO/FAO Expert Committee on Food Additives, WHO Technical Report Series no. 539 (1974).

<sup>22</sup> 22nd Report of the Joint WHO/FAO Expert Committee on Food Additives, WHO Technical Report Series no. 631 (1978).

het gehalte in de grond bepaald, doch ook door de soort gewas, de structuur van de grond, binding van de metalen en vooral ook door de pH. Bij een hogere pH bestaat in het algemeen een lagere mobiliteit. Goede, niet-verontreinigde landbouwgronden zijn een waardevol bezit, doch dreigen in toenemende mate schaars te worden. De loodbelasting via de atmosfeer levert een geschatte bijdrage van 234 g per hectare per jaar<sup>23</sup>. Het opbrengen van havenslib (165 ppm lood) of van rioolwaterzuiveringsslib (400 ppm lood) en het toepassen van verontreinigde mest kunnen de verontreiniging over perioden van enkele tientallen jaren zover opvoeren, dat de goede kwaliteit van de landbouwgronden in ons land wordt aangetast. Bij toepassing van zuiveringsslib wordt ter plaatse jaarlijks ca. 800 g (maximaal 1000 g) lood per ha toegevoegd. Ter bescherming van de landbouwgronden is een beperking gesteld aan de hoeveelheid op te brengen zuiveringsslib per jaar en zijn tevens kwaliteitseisen gesteld aan dit slib<sup>24</sup>.

### 6.3. De gemeten concentraties in het Nederlandse voedingsmiddelenpakket

Gegevens betreffende de concentraties aan lood die in het Nederlandse voedingsmiddelenpakket worden aangetroffen, werden reeds eerder gepubliceerd in het tweede rapport betreffende het Bewakingsprogramma Mens en Voeding van het Staatstoezicht op de Volksgezondheid<sup>25</sup>. Zie bijgaande tabel. Hierbij komt men op een gemiddelde loodbelasting via het voedsel (zonder drinkwater) van ca. 90 µg/dag. In de laatste jaren kwamen afwijkend hoge gehalten slechts in een enkele, overigens voor het voedselpakket niet belangrijke waar voor, nl. in tomatenpuree. Men moet echter ook rekening houden met zelfgebakken of uit het buitenland meegenomen keramiek, die een bron van te hoge loodbelasting kan zijn. Een twijfelgeval is wijn die met loden capsules is afgesloten.

De meeste Nederlanders krijgen met het voedsel geen aanzienlijke hoeveelheden lood binnen. In het rapport betreffende het Bewakingsprogramma zijn ook de resultaten weergegeven van het onderzoek van een 200-tal duplicaten van 24-uursvoedingen, waarbij een mediaan van 80 µg werd gevonden. De spreiding in de gevonden waarden was echter aanzienlijk, van 10 tot 1500 µg. Een dergelijke spreiding neemt uiteraard sterk af wanneer niet dag-, maar weekporties met elkaar worden vergeleken.

### 6.4. Bestaande regeling voor verpakkingsmaterialen

Voor de overgang van lood uit verpakkingen en gebruiksartikelen is in het Verpakkings- en gebruiksartikelenbesluit (Warenwet) reeds een norm gesteld. Levensmiddelen in blik mogen maximaal 0,5 mg lood per kg van de waar bevatten met uitzondering van zuivelprodukten in blik, welke maximaal 0,3 mg/kg lood mogen bevatten en van tomatenprodukten in blik, waarvoor tot 1 januari 1983 een uitzondering geldt van maximaal 5 mg/kg lood. Voor andere verpakkingen geldt een maximum van 0,1 mg/kg. Keramiek mag niet meer lood afgeven dan 0,1 mg/kg, bepaald onder proefomstandigheden die afhankelijk zijn van het beoogde gebruik.

### 6.5. Mogelijkheden tot vermindering van de loodopname via voedsel

Verbod van primaire bronnen, bewaking van secundaire bronnen en het uit de handel nemen van de voor menselijke consumptie ongeschikt te achten levensmiddelen, welke de loodnorm overschrijden, zijn de instrumenten die ons ter beveiliging van het levensmiddelenpakket ten dienste staan. Wanneer men wil bereiken, dat de hoeveelheid opgenomen lood via het levensmiddelenpakket beneden de door de Wereldgezondheidsorganisatie aangegeven waarde blijft, zal het noodzakelijk zijn, voor bepaalde levensmiddelen grenswaarden aan te houden, waarop door de keuringsdiensten van waren toezicht zal moeten worden uitgeoefend.

<sup>23</sup> P. G. Paul c.s. de Ingenieur 1981 (8) 15-19.

<sup>24</sup> Unie van Waterschappen 1980, Richtlijn voor de afzet van vloeibaar zuiveringsslib ten behoeve van gebruik op bouw- en grasland.

<sup>25</sup> Bewakingsprogramma «Mens en Voeding», Resultaten tot en met 1978, uitgave nr. 8 van Verslagen, Adviezen en Rapporten van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne.

Een grenswaarde voor een bepaald levensmiddel komt als volgt tot stand. Landelijk gespreid wordt een groot aantal monsters (zonedig importprodukten inbegrepen) onderzocht op de betrokken contaminant. De verdelingskromme wordt geëvalueerd en extreme waarden worden geëlimineerd (bij voorbeeld de 95°- of 98°-centielwaarde wordt als voorlopige grenswaarde aangehouden). Bij voorbeeld: 70 tarwemonsters, op lood onderzocht, geven een gemiddeld gehalte van 0,18 ppm te zien en een 95° centiel van 0,47 ppm. In meelmonsters worden veel lagere gehalten gevonden. Met een voorlopige grenswaarde van 0,5 mg/kg voor lood in tarwe en overeenkomstige schattingen voor de overige onderzochte levensmiddelen wordt dan de totale belasting van het levensmiddelenpakket berekend. Dit geeft voor lood dan het in de tabel in de twee rechterkolommen geschetste beeld. Bij het ontwerpen van de grenswaarden wordt dus zowel rekening gehouden met goed landbouwkundig gebruik als met eisen voor de gezondheidsbescherming. Uit het overzicht komt naar voren dat indien de potentiële totale belasting zou worden berekend, de WHO-grens voor lood van ca. 400  $\mu\text{g}$  per dag voor volwassenen enigszins wordt overschreden. Wellicht moeten derhalve enkele voorgestelde grenswaarden nog naar beneden worden bijgesteld, bij voorbeeld die voor lood in graan. Bij de verlaging van de grenswaarde voor lood in tarwe van 0,3 ppm daalt de potentiële belasting met 24  $\mu\text{g}$ .

Wat de dierlijke productie betreft zullen de toleranties voor veevoeder aanzienlijk dienen te worden verscherpt in verband met de gewenste grenswaarden voor bepaalde organen, die selectief metalen stapelen.

Op de keper beschouwd is met het stellen van deze grenswaarden nog weinig gedaan ter beheersing of verbetering van de situatie. Door het stellen van grenswaarden voor eet- en drinkwaren worden alleen excessieve gehalten tegengegaan. Door daarnaast actiegrenzen vast te stellen die aanleiding zijn tot onderzoek naar de oorzaken van relatief hoge gehalten kan ons levensmiddelenpakket worden beschermd tegen toenemende contaminatie.

Bij een huidige gemiddelde belasting met rond 130  $\mu\text{g}$  lood uit eet- en drinkwaren (inclusief drinkwater) hebben we er op zijn best voor gezorgd dat een maximum van 396  $\mu\text{g}$  per dag niet zal worden overschreden. Daarnaast moet nog worden opgemerkt dat *niet* de totale volgens de WHO toelaatbaar geachte hoeveelheid van 430  $\mu\text{g}$  lood per dag voor eet- en drinkwaren beschikbaar is, daar ook nog met belasting uit lucht (20  $\mu\text{g}$ ), uit blik (20  $\mu\text{g}$ ) en uit keramiek moet worden gerekend.

Bij de potentieel toxische metalen blijft lood een kritieke milieucontaminant. Internationaal overeen te komen beperkingen in het primaire gebruik zijn allereerst noodzakelijk. Het voorstel vanuit de LAC, Landbouwcommissie, (Jaarverslag LAC 1980) om voor verschillende levensmiddelen actiegrenzen vast te stellen die op  $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{2}$  van de grenswaarde liggen, dient te worden opgevolgd. Bij overschrijding van deze actiegrens zal nader onderzoek naar de oorzaak van de verontreiniging worden ingesteld en zullen maatregelen voor het terugdringen van de verontreiniging worden genomen.

Aangezien voor kinderen door de WHO nog geen aanvaardbare hoeveelheid is aangegeven, maar de opname in het maag-darmkanaal groter is dan bij volwassenen, is extra aandacht voor deze leeftijdsgroep noodzakelijk.

Via regelmatige monitoring van levensmiddelen wordt de situatie nauwlettend gevolgd.

Tabel 6.3. Gemiddelde dagelijkse consumptie van lood

Levensmiddel	Dagelijkse consumptie <sup>1</sup>		Energie	Gemiddeld lood-gehalte	Gemiddelde dagelijkse lood-consumptie	Voorgestelde grenswaarde	Potentiële belasting
	g	kcal	kJ	mg/kg	µg	mg/kg	µg
Bruinbrood	63						
Witbrood en bloem	84			0,14	22,4	0,5	80
Overige graanprod. (o.a. rijst)	14						
	161	527	2 205				
Aardappelen	165	136	569	0,04	6,6	0,2	33
Groenten (incl. peulvruchten)	157	52	218	0,10	15,7	0,3	47
Vruchten	160	72	301	0,05	8,0		
Noten	10	57	238	0,05 <sup>2</sup>	0,5 <sup>2</sup>	0,3	48
Koffie	15			0,1	1,5		
Thee	1	35	146	0,4	0,4		
Cacao	8			0,15 <sup>2</sup>	1,2 <sup>2</sup>		
Suiker	100	380	1 590	0,01 <sup>2</sup>	1,0 <sup>2</sup>	0,05	5
Zichtbare plantaardige vetten	56	504	2 109	0,04 <sup>2</sup>	2,2 <sup>2</sup>	0,1	6
Bier	220	125	523	0,01	2,2		
Wijn, gedest.	41			0,4	12,4		
<b>Totaal plantaardig</b>		<b>1 888</b>	<b>7 900</b>		<b>74,1</b>		<b>219</b>
Rundvlees	47			0,05	2,4	0,3	14
Varkensvlees	73			0,04	2,9	0,3	22
Pluimveevlees	19			0,03	0,6	0,3	6
Runderlever	2			0,5	1,0	1	2
Rundernier	0,5	369	1 544	0,5	0,3	1	1
Varkenslever	2			0,1	0,2	1	2
Varkensnier	0,5			0,2	0,1	1	1
Kippelever	0,5			0,2	0,1	0,5	—
Overige vlees	5,5			0,05	0,3		
	150						
Melk, melkproducten	420	241	1 008	0,01	4,2	0,05	21
Kaas	24	87	364	0,1	2,4	0,1	2
Vis	14			0,1	1,4		
Schaaldieren	1	30	126	0,1 <sup>2</sup>	0,1 <sup>2</sup>		
Schelpdieren	1			1,0 <sup>2</sup>	1,0 <sup>2</sup>		
Eieren	20	39	163	0,02	0,6	0,2	6
<b>Totaal dierlijk</b>		<b>766</b>	<b>3 200</b>		<b>17,6</b>		<b>77</b>
<b>Totaal voedselpakket</b>		<b>2 654</b>	<b>11 100</b>		<b>91,7</b>		<b>296</b>
Drinkwater	2 liter			0,02	40,0	0,05	100
<b>Totaal voedsel en drinkwater</b>					<b>131,7</b>		

<sup>1</sup> Gebaseerd op cijfers van het Ministerie van Landbouw en Visserij over de consumptie van voedingsmiddelen, 1970–1977.

<sup>2</sup> Geschat.

Uit Bewakingsprogramma: tabel 7, CRV-voorstellen.

## 7. LOOD IN VERF

Het loodverbruik in de Nederlandse verfindustrie bedroeg in 1979 ca. 2600 ton. Ten opzichte van 1972 betekende dit een daling van ca. 575 ton bij een stijging in de verfproductie van ca. 10%<sup>26</sup>. Het leeuwedeel van dit totaal, nl. ca. 60%, werd gebruikt in de vorm van loodmenie. Dit vindt vooral zijn toepassing in de bescherming van staalconstructies tegen roest.

<sup>26</sup> Rapport nr. V-81-X van het Verfinstituut TNO.

Bij conserveringswerkzaamheden aan deze constructies (bij voorbeeld bruggen) is enkele malen sterke verontreiniging van de directe omgeving opgetreden<sup>27</sup>. Naar aanleiding hiervan zijn beperkende maatregelen genomen, waarvan de vervanging van spuitverwerking door kwastverwerking de belangrijkste is.

Het gebruik van loodwithoudende verf binnenshuis bij beroepsmatige toepassing is in Nederland al vanaf 1934 verboden op grond van het Veiligheidsbesluit Fabrieken en Werkplaatsen.

De totale door de Nederlandse verfindustrie verwerkte hoeveelheid loodwit is gestadig gedaald en werd in 1979 geschat op 40 ton. Problemen met loodwithoudende verf zijn tegenwoordig vrijwel geheel beperkt tot oude huizen, die nog niet volledig herschilderd zijn. Gebruik van loodchromaat als pigment in gele en groene verf wordt niet door dit verbod gedekt. Hierin wordt jaarlijks ruim 500 ton lood verwerkt, d.w.z. ca. 20% van het totale loodverbruik in de verfindustrie. Door de veel betere lichtverstrooiing van deze pigmenten kan ten opzichte van loodwit met een geringe toevoeging aan de verf worden volstaan. Ingevolge een afspraak tussen de Vereniging van Verf- en drukinktfabrikanten, de Nederlandse Vereniging van Huisvrouwen en de Consumentenbond worden sinds een tiental jaren in de doe-het-zelf sector geen verven met loodhoudende pigmenten aangeboden. Deze afspraak geldt niet voor de beperkte hoeveelheid import.

Kleine hoeveelheden loodverbindingen (< 0,5%) zijn vaak in verf aanwezig als drogers. Het gaat hierbij in het algemeen om slecht oplosbare loodverbindingen.

Sinds 1 augustus 1980 geldt op grond van het Afleveringsbesluit Gevaarlijke Preparaten (Wet Gevaarlijke Stoffen) de verplichting om op verproducten met meer dan 0,5% lood een speciale waarschuwing met het oog op kinderen aan te brengen. Bij een gehalte van 1% of meer (in maagzuur) oplosbaar lood moeten bovendien een waarschuwingssymbool en een aantal waarschuwingssinnen worden aangebracht.

## 8. LOOD IN SPEELGOED

Sinds de totstandkoming van het Speelgoedbesluit (Warenwet) met daarin (in artikel 5) een afgiftelimiet van lood van  $20 \mu\text{g}/\text{dm}^2$  zijn geen noemenswaardige overtredingen door de Keuringsdiensten van Waren geconstateerd. In het algemeen komt lood op speelgoed voor in verf en kleurmiddelen en in kinder- of school-glazuur (handenarbeidsfeer).

Lood in soldaatjes e.d. behoort praktisch tot het verleden omdat lood gewoonweg te duur is! (vervangen door plastic!).

## 9. LOOD IN OPPERVLAKTEWATER

Lood maakt deel uit van lijst II van de Richtlijn 76/464/EG en staat ook op de grijze lijsten van het Rijnchemieverdrag en van het Verdrag van Parijs inzake de lozing van stoffen in zoet water of in kustwateren. Voor wat betreft de dumping in zee van ladingen afvalstoffen staan lood en loodverbindingen op een grijze lijst van het Verdrag van Oslo en het mondiale equivalent daarvan, het Verdrag van Londen (London Dumping Convention, LDC). In het kader van de LDC is in 1978 door Canada het voorstel gedaan om lood en loodverbindingen op de zwarte lijst te plaatsen. Vervolgens is ook in het kader van het Verdrag van Oslo dit voorstel aan de orde geweest. Aangezien hierover in beide gremia geen consensus kon worden bereikt, is deze beslissing uitgesteld tot voldoende onderzoek is gedaan en wetenschappelijke informatie is verzameld om tot een oordeel te komen.

Nederland heeft ter zake nog geen definitief standpunt ingenomen. Aan het Nationaal Instituut voor Onderzoek van de Zee (NIOZ) is opdracht gegeven om een betrouwbare analysemethode voor lood in zeewater te ontwikkelen en om loodbepalingen te doen in de Noordzee en Waddenzee.

<sup>27</sup> Zie beantwoording kamervragen. Aanhangel van de Handelingen Tweede Kamer, zitting 1979-1980, blz. 2679.

De belasting van de kustwateren vindt voornamelijk plaats via de rivieren (ca. 900 ton lood per jaar), door dumping van baggerspecie (voor Nederland ca. 1000 ton lood per jaar) en door lood uit de lucht. TNO heeft opdracht gekregen een onderzoek uit te voeren naar de betekenis van laatstgenoemde bijdrage.

Door het Rijksinstituut voor Visserij-onderzoek worden ieder kwartaal op verschillende plaatsen monsters tong, garnaal en mosselen verzameld die door het Rijkszuivelstation op lood worden geanalyseerd. Uit deze gegevens kan geen toename van het loodgehalte worden geconstateerd. Dit rechtvaardigt echter geen conclusie, aangezien deze monitoring pas sinds 1975 plaatsvindt.

Het overgrote gedeelte, ca. 90%, van het lood dat in het water terechtkomt wordt gebonden aan sediment en zwevend materiaal, waardoor de concentratie in het zeewater relatief laag blijft. Over het gedrag van lood in de zee en de biologische beschikbaarheid voor daar levende organismen is nog weinig bekend. Door de stroming in de Noordzee wordt slib dat voor de kust wordt gedumpt noordwaarts getransporteerd en voor 10 à 20% in de Waddenzee en voor 20 à 35% in de Duitse Bocht afgezet. In de Duitse Bocht is sinds 1800 de loodconcentratie in het slib vertienvoudigd.

Schelpdieren, die zich voeden door filtratie van het water, bevatten relatief veel lood. In mosselen wordt gemiddeld ca. 10 maal zoveel lood aangetroffen als in tong, d.w.z. ca. 1 mg/kg.

De belasting van het Nederlandse oppervlaktewater met lood door invoer van de Rijn en de Maas bedroeg in 1980 ca. 1470 ton. Ons land droeg naar schatting ca. 200 ton bij aan deze belasting. De afvoer door de rivieren naar de Noordzee bedroeg ca. 900 ton. Een aanzienlijk deel blijft dus achter, gebonden aan rivierslib. Een dumpingsverbod van lood kan dan ook niet los worden gezien van maatregelen betreffende de aanvoer van dit metaal door de rivieren.

## 10. BELEIDSVOORNEMENS

In deze notitie zijn de belangrijkste aspecten van lood met betrekking tot blootstelling en effecten naar voren gebracht. Biologische effecten treden reeds op bij relatief lage blootstelling (lood in bloedwaarden  $< 30 \mu\text{g/dl}$ ). Hoewel de betekenis hiervan voor het functioneren van het organisme als geheel, in casu de mens, nog niet duidelijk is, is beperking van de loodopname door de mens en vooral door de jonge mens wenselijk. Hiertoe staan mij de volgende voornemens voor ogen:

– Gezien de rol die de looduitworp door het verkeer direct en indirect in de loodopname speelt en gezien de mogelijkheden een belangrijke reductie daarvan te bewerkstelligen wordt gestreefd naar een verlaging van het loodgehalte van benzine. Een maximum van 0,15 g per liter lijkt daarvoor een goede waarde, gezien de daarmee verkregen reductie van ca. 65%, de mogelijkheden die de Europese Richtlijn biedt en de mogelijkheid dit zonder consequenties voor het bestaande of toekomstige wagenpark door te voeren. Het voornemen bestaat om de concept-wijziging van het Besluit loodgehalte benzine in de eerste helft van 1982 in de Staatscourant te publiceren.

– De loodemissie ten gevolge van kolenstook wordt zoveel mogelijk beperkt door de toepassing van goede stoffilters. Dit behoort tot de primaire bevoegdheid van de vergunningverlenende instanties. Daarnaast wordt een beleid ontwikkeld tot vaststelling van emissienormen voor stof. De uitgangspunten daarvoor zijn in de Kolennota aangegeven en in een circulaire dd. 1 september 1981 nog eens onder de aandacht van de vergunningverleners gebracht. Vaststelling van de wettelijke normen bevindt zich thans in een eerste fase van interdepartementaal overleg. De voor deze normstelling vereiste wettelijke basis wordt door middel van een wijziging van de Wet inzake de luchtverontreiniging gelegd. Naar verwachting zal het ontwerp tot wijziging van deze wet in de loop van dit jaar bij de Tweede Kamer worden ingediend.

– Beperking van de loodemissie bij de procesindustrie krijgt eveneens gestalte onder invloed van het beleid ter beperking van de stofemissies. Op het moment kent de Wet inzake de luchtverontreiniging nog geen instrument om te waarborgen dat goede stoffilters worden toegepast. Het voorschrijven van dergelijke voorzieningen behoort immers tot de bevoegdheid van de vergunningverlenende instanties (provincies en gemeenten). Hierbij worden zij van advies gediend door de Regionale Inspecteurs voor de Milieuhygiëne. De hiervoor genoemde wijziging van de Wet inzake de luchtverontreiniging schept tevens de mogelijkheid om bij algemene maatregel van bestuur procédénormen te stellen. In het kader van het Handboek Modelvoorschriften Luchtverontreiniging wordt aan de toepassing van filtertechnieken en schone technologieën aandacht geschonken, zodat zowel de vergunningverlener als de industrie ervan op de hoogte is wat met het oog op de huidige stand der techniek kan worden voorgeschreven. In 1982 is de publikatie van de desbetreffende hoofdstukken van het Handboek Modelvoorschriften Luchtverontreiniging te verwachten.

– Maatregelen tot vermindering van de loodopname via drinkwater en de noodzaak daartoe zullen van geval tot geval moeten worden gezien, afhankelijk van de loodopname van het water, de watersamenstelling en het bestand aan loden leidingen. Centrale conditionering van het water wordt gezien als een belangrijke factor tot verdere reductie van de loodopname, mede in het licht van andere hieraan verbonden milieuhygiënische voordelen. Met de waterleidingbedrijven zal hierover verder overleg worden gevoerd.

Ten aanzien van de gezondheidsaspecten verbonden aan de met waterconditionering gepaard gaande hardheidsvermindering kan – op grond van de conclusies van de werkgroep Gezondheidsaspecten Centrale Ontharding Leidingwater – vermeld worden dat geen bezwaar bestaat tegen een hardheidscorrectie tot een hardheidsniveau van 3 milli-equivalent calcium + magnesium per liter. Deze grens stemt tevens overeen met hetgeen hierover is bepaald in de EG-Richtlijn betreffende water bestemd voor menselijke consumptie (80/778/EEG).

– Vervanging van loden leidingen in situaties die dit mogelijk maken is eveneens van belang. Met name bij renovatieprojecten vindt reeds op grote schaal vervanging plaats. Het is echter gewenst ter zake meer bindende afspraken te maken. Momenteel vindt hierover ambtelijk overleg plaats met het Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening. Tevens zal bij de waterleidingbedrijven nog eens de aandacht gevestigd worden op de wenselijkheid om – voor zover dit nog niet geschiedt – bij gelegenheid van reparaties en renovatieprojecten zoveel mogelijk de loden dienstleidingen te vervangen.

– Daarnaast wil ik bij gelegenheid van het overleg met de waterleidingbedrijven vragen om in het kader van voorlichtingsactiviteiten te wijzen op het belang om met name voor het aanleggen van zuigelingenvoeding gebruik te maken van vers, doorgestroomd water. Het is mij bekend dat sommige waterleidingbedrijven hierop in algemene zin reeds de aandacht vestigen.

– In het kader van de Warenwet zullen maximale loodgehaltes voor een groot aantal eet- en drinkwaren worden gesteld. Deze maximale gehalten dienen waar mogelijk steeds naar beneden te worden bijgesteld.

– Actiegrenzen op een niveau van  $\frac{1}{3}$  à  $\frac{1}{2}$  van de maximaal aanvaardbare loodgehaltes zullen worden vastgesteld om bij de overschrijding van deze actiegrenzen onderzoek naar de herkomst in te stellen en gerichte maatregelen te nemen.

– Scherpere loodtoleranties naar veevoeder zullen worden bevorderd. Hierover vindt interdepartementaal overleg plaats.

– De monitoring van loodgehaltes in levensmiddelen zal worden gecontinueerd.



**Normstelling***Lood in drinkwater ( $\mu\text{g/l}$ ):*

USA : 50  
 EG-Richtlijn : 50 (na doorstroming)  
 Nederland : 100 (Waterleidingbesluit 1960; wordt herzien op grond van EG-bepaling).

*Lood in lucht op de werkplek:*

Nederland MAC-waarde  $0,15 \text{ mg/m}^3$  (verlaging is in discussie)  
 Duitsland MAK-waarde  $0,1 \text{ mg/m}^3$   
 Engeland TLV-waarde  $0,15 \text{ mg/m}^3$   
 USA TLV-waarde  $0,15 \text{ mg/m}^3$  (voorstel OSHA  $0,05 \text{ mg/m}^3$ )

*Lood in buitenlucht ( $\mu\text{g/m}^3$ )*

USA :  $1,5$  (maximaal kwartaalgemiddelde, voorstel EPA voor 1982)  
 Nederland : Gezondheidsraad beraadt zich over kwaliteitsnorm (is praktisch klaar!)  
 EG : Richtlijn van de raad inzake kwaliteitsnorm is in voorbereiding, voorgesteld is  $2,0 \mu\text{g/m}^3$  als jaargemiddelde

*Lood in voedsel:*

FAO/WHO : 2 mg (tolerabele wekelijkse intake)  
 Groot-Brittannië :  $1,0 \text{ mg/kg}$  (baby- en kleutervoeding  $0,2 \text{ mg/kg}$ )  
 Nederland : Regels voor in blik verpakte levensmiddelen inhoudende materiaaleisen en gehalten in eet- en drinkwaren max.  $0,5 \text{ mg/kg}$  met uitzondering van melk en melkproducten max.  $0,3 \text{ mg/kg}$ .  
 Uitzondering: gepelde tomaten en tomatenpuree max.  $5 \text{ mg/kg}$   
 USA : FDA normen voor kinderen: – 6 maanden max.  $100 \mu\text{g/dag}$   
 6–24 maanden max.  $150 \mu\text{g/dag}$   
 N.B. deze normen gelden voor de totale blootstelling

*Lood in benzine (g/l):*

EG-Richtlijn :  $0,15\text{--}0,40$  (1978)  
 Bondsrepubliek Duitsland :  $0,15$  (sinds 1-1-1976)  
 Groot-Brittannië :  $0,15$  (te bereiken uiterlijk eind 1985)  
 overige EG-lid-staten :  $0,40$  (Nederland sinds 1-1-1978)  
 USA : Na 1985 waarschijnlijk vrijwel geen gelode benzine meer verkrijgbaar. Huidige norm voor gelode benzine  $0,5 \text{ g/gallon}$ .

*Lood in verf:*

Nederland: loodwithoudende verf binnenhuis sinds 1934 verboden.

*Speelgoed:*

Nederland: maximale loodafgifte aan speekselsimulant max.  $20 \mu\text{g/dm}^2$   
 maximale loodafgifte van de deklaag aan maagzuursimulant  $20 \mu\text{g}/100 \text{ mg}$  schraapsel.

*Cosmetica:*

Nederland: geen lood toegestaan in cosmetica.

*Lood in bloed ( $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ ):*

EG-Richtlijn:  
 100% van de populatie  $\leq 40$   
 98% van de populatie  $\leq 35$   
 90% van de populatie  $\leq 30$   
 50% van de populatie  $\leq 20$

*Voorgestelde richtlijn voor kinderen ( $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ ):*

100% van de populatie  $\leq 40$   
 98% van de populatie  $\leq 30$   
 90% van de populatie  $\leq 25$   
 50% van de populatie  $\leq 20$

*Lood in zuiveringslib voor gebruik als meststof:*

Frankrijk max.  $300 \text{ mg/kg}$  droge stof  
 Duitsland max.  $800 \text{ mg/kg}$  droge stof  
 Nederland max.  $500 \text{ mg/kg}$  droge stof bij maximale dosering van 2 ton droge stof per ha per jaar voor bouwland en 1 ton droge stof per ha per jaar voor grasland.

BIJLAGE 2

