

LOCATIES VOOR VOLKSTUINEN: EEN TOETSINGSKADER

## LOCATIES VOOR VOLKSTUINEN: EEN TOETSINGSKADER

Het minimaliseren van gezondheidsrisico's voor volkstuinders door een juiste locatiekeuze en een goed beheer

Anneke Wegener Sleeswijk  
René Kleijn

Centrum voor Milieukunde  
Rijksuniversiteit Leiden  
Postbus 9518  
NL-2300 RA Leiden

*CML report 102 – Section Substances and Products*

Opdrachtgever: Ministerie van LNV – Directie Openluchtrecreatie

Dit rapport kan op de volgende wijze worden besteld (kosten f 40,- excl. BTW en verzendkosten; nota wordt meegezonden):

- telefonisch: 071-277486

- schriftelijk: Bibliotheek CML, Postbus 9518, 2300 RA Leiden, hierbij graag duidelijk naam besteller en verzendadres aangeven.

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Wegener Sleeswijk, Anneke

Locaties voor volkstuinen: een toetsingskader : het minimaliseren van gezondheidsrisico's voor volkstuinders door een juiste locatiekeuze en een goed beheer / Anneke Wegener Sleeswijk, René Kleijn. - Leiden : Centrum voor Milieukunde, Rijksuniversiteit Leiden. - (CML report ; 102. Section Substances and Products)

Met lit. opg.

ISBN 90-5191-070-3

Trefw.: bodemverontreiniging ; volkstuinen.

Druk: Biologie, Leiden

© Centrum voor Milieukunde, Leiden 1993

## INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD .....	7
SAMENVATTING .....	9
1 INLEIDING .....	19
1.1 Achtergrond .....	19
1.2 Doelstelling .....	20
1.3 Werkwijze .....	20
2 VOLKSTUINDERS ALS RISICOGROEP .....	23
3 BESTAANDE NORMEN EN WAARDEN .....	25
3.1 De Leidraad Bodembescherming .....	25
3.2 De LAC-Signaalwaarden .....	25
3.3 Blootstellingsnormen .....	26
3.4 Gewasnormen .....	26
3.5 Signaalwaarden voor volkstuinen? .....	27
4 BODEMVERONTREINIGING BIJ VOLKSTUINEN .....	29
4.1 Bestaand onderzoek .....	29
4.2 Stoffenkeuze in dit onderzoek .....	29
5 OPNAME VAN ZWARE METALEN DOOR GEWASSEN .....	31
5.1 Algemeen .....	31
5.2 Cadmium .....	32
5.3 Lood .....	33
5.4 Kwik .....	33
6 BLOOTSTELLING VAN DE MENS .....	35
6.1 Achtergrondblootstelling .....	35
6.1.1 Consumptie van aardappelen .....	35
6.1.2 Consumptie van voedingsmiddelen .....	35
6.1.3 Consumptie van drinkwater .....	36
6.1.4 Ingestie van grond- en stofdeeltjes .....	36
6.1.5 Inslikken van oppervlaktewater .....	36
6.1.6 Inhalatie van lucht .....	36
6.1.7 Inhalatie van sigarettenrook door passief roken .....	37
6.1.8 Inhalatie van sigarettenrook door actief roken .....	37
6.1.9 Inhalatie van grond- en stofdeeltjes .....	37
6.1.10 Dermaal contact met bodem, waterbodem en oppervlaktewater .....	37
6.1.11 Blootstelling in de werksituatie .....	37
6.2 Blootstelling via gewasconsumptie .....	38
6.3 Blootstelling in relatie tot lichaamsgewicht .....	38

6.4	Risicogroepen binnen de volkstuinderspopulatie	38
6.5	Een reëel-pessimistische benadering	39
7	BEREKENINGSWIJZEN	41
7.1	Onderscheiden bevolkingsgroepen	41
7.2	Berekening van de maximale blootstelling via gewassen uit de volkstuin	41
7.3	De omrekeningsfactor: berekening van de maximale gehalten cadmium, lood en kwik per gewas	41
8	RESULTATEN	43
8.1	Achtergrondblootstelling	43
8.2	Omrekeningsfactoren	44
9	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	47
9.1	Algemene aandachtspunten	47
9.1.1	De ligging van de locatie	47
9.1.2	De voorgeschiedenis van de locatie	48
9.1.3	Bodemparameters	48
9.1.4	Informatieverstrekking aan volkstuinders	48
9.2	Aanbevelingen	49
9.3	Gewasonderzoek	50
9.3.1	Cadmium	50
9.3.2	Lood	51
9.3.3	Kwik	52
9.4	Gewassignaalgehalten	52
10	DISCUSSIE	55
	LITERATUUR	59
	BIJLAGEN	63
1	Lichaamsgewichten per leeftijdsklasse	63
2	Blootstellingsparameters	65
3	Blootstellingsroutes	67
4	Groenteconsumptiecijfers	73
5	Omrekeningsfactoren	75
6	Warenwetnormen	77

## VOORWOORD

Dit rapport is het verslag van een onderzoek dat in de periode februari tot september 1993 door het Centrum voor Milieukunde Leiden is uitgevoerd in opdracht van de directie *Openluchtrecreatie* van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

In de begeleidingscommissie hadden zitting:

- drs. S. Ciere (Ministerie van LNV, directie Milieu, Kwaliteit en Voeding)
- F.B. Flohr (Algemeen Verbond van Volkstuinders Verenigingen in Nederland)
- ir. T.M. Lexmond (Landbouwuniversiteit Wageningen, Afdeling Bodemkunde en Plantenvoeding)
- dr. ir. G. Kleter (Ministerie van WVC, Hoofdinspectie Gezondheidsbescherming)
- ing. H.W. Rosier (Ministerie van LNV, directie Openluchtrecreatie)
- dr. ir. K.W. Smilde (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid)
- dr. ir. F.A. Swartjes (RIVM)
- dr. J.H. van Wijnen (GG&GD Amsterdam)

Daarnaast is zowel schriftelijk als mondeling commentaar geleverd door ir. H.J. de Baas (Nederland Gifvrij), ir. H. Bartlema (Bureau Landbouwcommunicatie), W. Hoentjen (Algemeen Verbond van Volkstuinders in Nederland) en P. van Lune (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid).

De onderzoekers danken eenieder voor de constructieve bijdragen aan het onderzoek.

Leiden, september 1993

Anneke Wegener Sleeswijk  
René Kleijn

## SAMENVATTING

### EEN PROTOCOL VOOR HET BEPALEN VAN DE GESCHIKTHEID VAN EEN LOCATIE VOOR DE VESTIGING VAN EEN VOLKSTUINENCOMPLEX

Om te kunnen bepalen of een locatie uit het oogpunt van de volksgezondheid geschikt is voor het vestigen van een volkstuintencomplex dient men een aantal onderzoeken uit te voeren. Deze onderzoeken hebben niet alleen betrekking op de kwaliteit van de bodem, maar ook op de kwaliteit van de overige omgevingsfactoren die invloed kunnen hebben op de gezondheidskundige kwaliteit van de gewassen die in volkstuinten worden geteeld. Een voorbeeld hiervan is depositie vanuit de lucht van schadelijke stoffen, die op de gewassen blijven kleven. Hieronder volgen enkele richtlijnen die gebruikt kunnen worden bij het verrichten van dergelijke onderzoeken.

*Als leidraad voor het onderzoek van de bodem dient NVN-norm 5730<sup>4</sup>, de Nederlandse voornorm m.b.t. de onderzoeksstrategie bij verkennend bodemonderzoek, uitgegeven door het Nederlands Normalisatie-Instituut (NNI) in Delft (1991). De hier gegeven informatie is voor een deel aan dit document ontleend; het document zelf vormt bij dit protocol echter een zeer belangrijke aanvulling.*

1. **Onderzoek de ligging van de locatie m.b.t. bronnen van lucht- en waterverontreiniging:**
  - Ligt de locatie in de buurt van emissiebronnen die aanleiding kunnen geven tot depositie vanuit de lucht? Zo ja, welke stoffen worden er geëmitteerd?
  - Hoe is de kwaliteit van het oppervlaktewater in de omgeving? Vinden er lozingen op dit water plaats? Zo ja, welke stoffen worden er geloosd? Indien het water als gietwater gebruikt gaat worden, mogen de concentraties van stoffen die de gewassen kunnen verontreinigen niet te hoog zijn.

*In box 1 worden richtlijnen gegeven voor de gewenste kwaliteit van gietwater.*

2. **Voer bij voorkeur een zogenaamd 'verkennend bodemonderzoek' uit aan de hand van de richtlijnen die geformuleerd zijn in NVN 5740.**

Voor een volledige beschrijving van de wijze waarop het verkennend bodemonderzoek dient te worden uitgevoerd wordt verwezen naar NVN 5740. De eerste fase van dit onderzoek is het zogenaamde *vooronderzoek*. Dit bestaat uit twee gedeelten:

- een onderzoek naar het vroegere en huidige gebruik van de locatie en de directe omgeving hiervan;
- een onderzoek naar de bodemgesteldheid en de geohydrologische situatie op de locatie en in de directe omgeving hiervan.

Op dit vooronderzoek wordt hieronder nader ingegaan.

## BOX 1

### ATTENDERINGSWAARDEN VOOR BEREGENINGSWATER

In onderstaande tabel worden de zogenaamde *attenderingswaarden voor beregeningswater* voor groente vermeld, zoals die zijn opgesteld door het IKC-AT (Huinink). Het begrip 'attenderingswaarde' houdt in, dat bij overschrijding van deze waarde (of onderschrijding, wanneer het een ondergrens betreft) de kans op schade groot is. Dit kan zowel betrekking hebben op schade aan het gewas als op schade aan de menselijke gezondheid via consumptie van het beregende gewas. In het algemeen geldt, dat voor wat betreft de zware metalen de schade aan de menselijke gezondheid bepalend is geweest voor de hoogte van de attenderingswaarde, terwijl voor wat betreft de aanbevolen pH en het maximale chloridegehalte met name de kans op schade aan het gewas een rol heeft gespeeld.

Waarden die uitsluitend betrekking hadden op de kans op verstopping van de beregeningsapparatuur zijn hier niet vermeld.

omschrijving	waarde	omschrijving	waarde
KMnO <sub>4</sub> -verbruik (mg/l)	16	Cr <sup>6+</sup> (mg/l)	0,10
totale hardheid (°D)	12	Cr-totaal (mg/l)	1
pH	6,5-8	F (mg/l)	1,0
EC (mS/cm)	1,5	Fe (mg/l)	2,5
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	300	Li (mg/l)	2,5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	180	Mn <sup>2+</sup> (mg/l)	1
Al (mg/l)	5	Mn totaal (mg/l)	2
As (mg/l)	0,05	Mo (mg/l)	0,01
B (mg/l)	1,0	Na (mg/l)	115
Be (mg/l)	0,1	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	2
Br (mg/l)	4,0	Ni (mg/l)	0,2
Cd (mg/l)	0,01	Pb (mg/l)	0,05
Co (mg/l)	0,05	Se (mg/l)	0,02
Cu (mg/l)	0,2	Zn (mg/l)	2,0

**3. Voer in ieder geval een gedegen (historisch) onderzoek uit naar het vroegere en huidige gebruik van de locatie en de directe omgeving:**

- Welke bestemmingen heeft de locatie in het verleden gehad?
- Welke potentieel verontreinigende activiteiten spelen zich op de locatie af of hebben zich in het verleden op de locatie afgespeeld? Is een precieze aanduiding van de plaatsen van deze activiteiten mogelijk?
- Welke vormen van bodembeïnvloeding ten gevolge van menselijk handelen hebben er plaatsgevonden (zoals ophoging; opbrengen van grond), en welke materialen zijn hierbij gebruikt?
- Welke handelingen zijn er in het verleden verricht m.b.t. het ontsluiten, verhogen, bouwrijp maken e.d. van de locatie en welke materialen zijn hierbij toegepast?
- Zijn er op de locatie nog kabels, leidingen, puin, verhardingen e.d. aanwezig?
- Is er informatie beschikbaar over vergelijkbare locaties elders (bijvoorbeeld branche-informatie zoals gegeven in het rapport 'Aanpak van veldonderzoek bij gevallen van lokale bodemverontreiniging. Reeks Bodembescherming 56, uitgave van het ministerie van VROM, SDU, 's-Gravenhage').

*In box 2 worden voorbeelden gegeven van risicovolle locaties. In box 3 worden voorbeelden gegeven van bronnen van loodverontreiniging.*

## BOX 2

### RISICOVOLLE LOCATIES

Voorbeelden van locaties die extra risico met zich meebrengen wat betreft *depositie* van toxische stoffen zijn:

- locaties die gelegen zijn op minder dan 100 m afstand van een provinciale weg, een auto(snel)weg of een andere druk bereden weg (i.v.m. loodverontreiniging);
- locaties langs spoorbanen;
- locaties in de omgeving van kabelbranderijen (i.v.m. loodverontreiniging);
- locaties in de omgeving van bedrijfs- of industrieterreinen;
- locaties die gelegen zijn langs bermen of dijken die regelmatig met bestrijdingsmiddelen worden behandeld. (Dit zijn vaak bestrijdingsmiddelen die niet bedoeld zijn om met groenten in contact te komen.)

Voorbeelden van bronnen van *waterverontreiniging* zijn:

- lozingen;
- riooloverstort;
- afwatering van verontreinigde gebieden of druk bereden wegen.

Voorbeelden van situaties, activiteiten en bestemmingen die extra risico met zich meebrengen m.b.t. *bodemverontreiniging* in hun omgeving zijn:

- verontreinigde terreinen (doorsijpeling naar de omgeving);
- locaties waar depositie plaatsvindt of heeft plaatsgevonden (zie boven);
- (voormalige) bedrijfs- en industrieterreinen (o.m. metaalverwerkende industrie);
- (voormalige) werkplaatsen;
- (voormalige) afvalstortplaatsen;
- (voormalige) benzinstations, garages, autosloperijen en autokerkhoven;
- druk bereden autowegen;
- terreinen in de buurt van (voormalige) wegen die met dubieuze materialen zijn verhard of opgehoogd;
- terreinen in de buurt van (voormalige) spoorbanen;
- oevergronden; terreinen die overstroomd zijn geweest (bv. uiterwaarden);
- (voormalige) schietterreinen;
- (voormalige) opslagplaatsen;
- (voormalige) stort en opslag van sintels of kolen;
- terreinen waar baggerspecie, zuiveringsslib of (zwarte) grond is opgebracht;
- terreinen die gevestigd zijn op plaatsen waar persistente bestrijdingsmiddelen zijn gebruikt, of die in de buurt liggen van plaatsen waar dergelijke middelen gebruikt zijn;
- terreinen waar ondergrondse leidingen lopen of hebben gelopen;
- terreinen waar ondergrondse tanks liggen of hebben gelopen.

## BOX 3

### BRONNEN VAN LOODVERONTREINIGING

Stoop & Rennen (1993) geven een aantal voorbeelden van bronnen van loodverontreiniging:

#### *Luchtverontreiniging:*

- olieraffinage;
- productie en gieten van ijzer, staal en non-ferro metalen als lood, zink en aluminium;
- fabricage van accu's, loodpigmenten, plastics en rubber;
- bakken van aardewerk;
- verbranding van afgewerkte smeeolie
- afvalverbranding;
- electriciteitsproductie;
- verbranding in de open lucht van kabels, verfresten en geveerd hout;
- verkeer.

#### *Waterverontreiniging:*

- depositie;
- lozing van afvalwater (met name door de chemische, metallurgische en kunstmestindustrie)
- lozingen van rioolwater (door rioolwaterzuiveringsinstallaties en riooloverstorten);
- uit- en afspoeling (uit stort- en opslagplaatsen en uit oeverbeschermingsmateriaal);
- vislood.

#### *Bodemverontreiniging:*

- depositie
- overstroming van onbedijkt land;
- vliegas en verbrandingsslakken;
- baggerslib;
- zuiveringsslib, compost en zwarte grond;
- toemaak;
- dierlijke mest;
- kunstmest;
- loodhagel.

**4. Verzamel zo veel mogelijk informatie over de bodemgesteldheid en de geohydrologische situatie van de locatie en de directe omgeving:**

- Hoe is de plaatselijke bodemopbouw (tot ca. 10 m beneden het maaiveld)?
- Op welke diepte bevindt zich de grondwaterspiegel?
- Hoe is de horizontale en verticale stromingsrichting van het grondwater?
- Hoe is de ligging waterlopen en ander oppervlaktewater (ook indien gedempt)?
- Zijn er grondwaterbronnen en/of -onttrekkingen aanwezig?
- Is er op de locatie of in de directe omgeving eerder bodemonderzoek uitgevoerd (boringen en sonderingen bij bouwactiviteiten; chemisch onderzoek)? Wat waren de resultaten?

*In box 4 wordt beschreven op welke wijze de voor het vooronderzoek benodigde informatie verkregen kan worden.*

## **BOX 4**

### **UITVOERING VOORONDERZOEK**

In NVN 5740 worden een aantal manieren aangegeven waarop de informatie die nodig is bij het vooronderzoek verkregen kan worden:

- oriënterend bezoek aan de locatie en veldwaarnemingen ter plaatse;
- gebruik van goede kaarten, bijvoorbeeld regionale (schaal 1 : 25.000) en plaatselijke topografische kaarten (schaal 1 : 2.000 tot 1 : 2.500) (onder meer verkrijgbaar bij de Topografische Dienst), kaarten waarop voorzieningen zoals nutsleidingen zijn aangegeven en bodemkaarten (verkrijgbaar bij het Staringcentrum);
- onderzoek van (hinderwet)archieven, (vroegere) vergunningen van (voormalige) gebruikers, bestemmingsplannen en kadastrale gegevens (aanwezig bij gemeenten, provincies, nutsbedrijven enz.);
- interviews met (oud)werknemers, (oud)omwonenden en milieu-actiegroepen;
- gebruik van oude en recente (infrarood en/of 'false colour') luchtfoto's (Topografische dienst, KLM Aerocarto);
- gebruik van archieven en bestanden van het Staringcentrum, de Dienst Grondwaterverkenning TNO, RIVM, waterleidingbedrijven, waterkwaliteitsbeheerders enz.

**5. Stel een hypothese op m.b.t. de aan- of afwezigheid van bodemverontreiniging, verontreiniging van oppervlaktewater dat als gietwater dienst zal moeten doen en depositie van potentieel schadelijke stoffen vanuit de lucht.**

Deze hypothese moet in ieder geval de volgende punten omvatten:

- een aanname omtrent de aan- of afwezigheid van bodemverontreiniging, waterverontreiniging en depositie van potentieel schadelijke stoffen op grond van de voorgaande punten;
- en indien één van deze vormen van verontreiniging verondersteld wordt tevens:
  - een aanname omtrent de aard van de verontreiniging;

- voor wat betreft bodemverontreiniging: een aanname omtrent de ruimtelijke verdeling van de verontreiniging over de locatie (homogene of heterogene verdeling, en bij heterogene verdeling: met bekende of onbekende plaats(en) van voorkomen van de kern(en)).

6. **Laat een algemeen bodemonderzoek uitvoeren. Indien de hypothese luidt dat er voor de betreffende locatie een verdenking van bodemverontreiniging rust, laat dit bodemonderzoek dan aanvullen met een specifiek bodemonderzoek, gericht op de verwachte verontreinigingen, en volg de richtlijnen van NVN 5740.**  
Het bodemonderzoek dient volgens NEN-voorschriften te worden uitgevoerd door een betrouwbaar onderzoeksinstituut.

*In box 5 wordt vermeld welke bepalingen bij dit algemeen bodemonderzoek tenminste dienen te worden verricht.*

## **BOX 5**

### **ALGEMEEN BODEMONDERZOEK**

Hieronder wordt weergegeven welke bepalingen er minimaal gewenst worden geacht voor het bepalen van de geschiktheid van een niet verdachte locatie voor de vestiging van een volkstuinencomplex (Smilde, 1993). Indien er op basis van het vooronderzoek een verdenking bestaat op een verontreiniging met één of meer stoffen die niet in het onderstaande lijstje voorkomen, dient het bodemonderzoek met een bepaling van de betreffende stoffen te worden uitgebreid.

pH	arseen
humus	cadmium
lutum	koper
calciumcarbonaat	kwik
Pw-getal	lood
K-getal	zink
Mg	

7. **Indien de pH van de bodem te laag is, breng dan op grond van een goed bekalkingsadvies de pH op peil.**

8. Indien voor cadmium, lood of kwik bij een normale pH-bodem de streefwaarde voor bodem wordt overschreden, of op de betreffende locatie sprake is van depositie van één of meer van deze stoffen, leg dan een gewasproef aan met voedingsgewassen die gekenmerkt worden door een relatief sterke accumulatie van de betreffende stof. (Dit zijn in het algemeen bladgewassen.)

De gewasproef dient om aan te tonen of bij het gebruik van de locatie als volkstuinen-complex het gevaar bestaat dat volkstuinders via de door hun verbouwde gewassen te veel cadmium, lood of kwik binnen zullen krijgen.

In box 6 worden enkele proefgewassen gesuggereerd, en wordt voor elk van deze gewassen aangegeven welke gehalten cadmium, lood of kwik op grond van dit onderzoek als maximum worden beschouwd; deze worden **gewassignaalgehalten** genoemd.

## BOX 6

### GEWASSIGNAALGEHALTEN

Voor cadmium en kwik worden *spinazie* en *andijvie* aangeraden als proefgewassen. Voor lood worden *andijvie* en *boerenkool* aangeraden als proefgewassen. Hieronder volgen de gewassignaalgehalten van de betreffende metalen voor deze gewassen (in µg/kg vers gewicht). Het betreft gehalten van groenten nadat deze zijn gewassen, en ontdaan zijn van de buitenste bladeren en de oneetbare delen.

	cadmium	lood	kwik
spinazie	200		30
andijvie	190	50	30
boerenkool		1470	

9. Indien het gewassignaalgehalte voor één of meer stoffen wordt overschreden, moet het vestigen van groentetuinen op een dergelijke locatie worden ontraden. Bij bestaande locaties wordt aangeraden maatregelen te treffen.

Maatregelen waaraan in eerste instantie gedacht kan worden zijn:

- het geven van teelt- en consumptieadviezen (vooral niet te veel bladgewassen zoals andijvie, spinazie, sla, boerenkool, prei verbouwen/consumeren; bij loodverontreiniging geldt dit in het bijzonder voor jonge kinderen);
- het geven van informatie en adviezen aan volkstuinders m.b.t. het belang van een juiste pH en voedingstoestand van de bodem, en de wijze waarop zij dit kunnen bereiken.

Dergelijke relatief milde maatregelen zullen echter niet altijd voldoende zijn. In bepaalde gevallen zullen drastischer maatregelen, zoals het beëindigen van het gebruik als groentetuin of sanering van de locatie, onontkoombaar zijn.

10. Indien de streefwaarde voor bodem van arseen, chroom, koper, nikkel, tin of zink wordt overschreden, is dit in het algemeen geen reden tot ongerustheid m.b.t. de volksgezondheid, omdat het gewas door deze stoffen i.h.a. zelf ten gronde zal gaan vóór het gehalte een voor de mens schadelijk niveau heeft bereikt. Bij depositie van deze stoffen geldt dit niet: in een dergelijk geval is nader onderzoek door een betrouwbare, onafhankelijke instantie gewenst. Bovendien geldt voor deze stoffen uiteraard wel dat het gehalte in de bodem in geen geval de C-waarde mag overschrijden.
11. Indien voor een andere potentieel schadelijke stof dan cadmium, lood, kwik, arseen, chroom, koper, nikkel, tin of zink de streefwaarde wordt overschreden, of wanneer er sprake is van een verhoogde depositie van een dergelijke stof, wordt het vestigen van een volkstuintencomplex op de betreffende locatie ontraden, tenzij door nader onderzoek door een betrouwbare, onafhankelijke instantie kan worden aangetoond, dat er geen sprake is van gevaar voor de volksgezondheid.  
[Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan verontreiniging van de bodem met een stof die niet door planten wordt opgenomen, en die dus via deze route niet direct gevaar voor de volksgezondheid oplevert.]
12. Indien in de bodem potentieel schadelijke stoffen worden aangetoond waarvoor geen streefwaarde bestaat, of wanneer de depositie van dergelijke stoffen verhoogd is, kan het best contact worden opgenomen met het staatstoezicht voor de volksgezondheid voor nader advies.
13. Indien oppervlaktewater dat gebruikt wordt of zal gaan worden niet voldoet aan de attenderingswaarden voor beregeningswater (zie bijlage 7) dient nader onderzoek aan te tonen of het gebruik van dit water als gietwater voor volkstuinten uit het oogpunt van de volksgezondheid verantwoord is.

Wanneer het besluit om op een bepaalde locatie een volkstuintencomplex te vestigen eenmaal gevallen is, dient rekening gehouden te worden met een aantal aandachtspunten. Deze aandachtspunten gelden voor alle plaatsen waar een volkstuint gevestigd is, dus óók voor bestaande locaties, en óók voor locaties waar de bodem niet verontreinigd is.

14. Bagerslib uit sloten of vaarten kan (sterk) verontreinigd zijn. Zorg daarom dat het slib niet te dicht langs groentetuinen wordt afgezet, en niet over de percelen worden verspreid, tenzij is aangetoond dat het slib schoon is.
15. Zorg voor een goede drainage van het terrein. Een te hoge grondwaterstand kan aanleiding geven tot een verhoogde opname van contaminanten door gewassen.

**16. Zorg voor een goed beheer van het terrein m.b.t. zuurgraad en bemestingstoestand:**

- Een te lage pH kan aanleiding geven tot een (zeer) sterk verhoogde opname van zware metalen door planten. Een te hoge pH is echter ook niet gewenst: dit kan leiden tot mineraltekorten bij de plant, omdat de mineralen dan in de bodem worden gefixeerd. Een te lage pH dient door bekalking op peil te worden gebracht, maar dit bekalken dient te gebeuren op basis van een gericht bekalkingsadvies.
- Een te geringe bemestingstoestand van de bodem kan eveneens aanleiding geven tot een verhoogd gehalte van contaminanten. Een te zware bemesting is echter eveneens ongunstig; zo kan een te hoge stikstofgift aanleiding geven tot te hoge gehalten van nitraat in de gewassen. Ook voor de bemesting geldt dus dat een goed advies van groot belang is.
- In verband met het belang van een juiste pH en bemestingstoestand wordt volkstuinders aangeraden, de bodem eens per 4 jaar te laten onderzoeken op pH en bemestingstoestand, en zich op grond hiervan te laten adviseren omtrent de gewenste niveau van bekalking en bemesting. Volkstuinders kunnen een dergelijk bodemonderzoek ter plekke laten verrichten door het Algemeen Verbond van Volkstuinders Verenigingen in Nederland (AVVN), gevestigd te Almere.

**17. Zorg voor een goede voorlichting aan volkstuinders**

Volkstuinders dienen op de hoogte te zijn van de risico's die het volkstuinieren met zich mee kan brengen. Zij dienen goed te worden geïnformeerd over het belang van een goed beheer van hun volkstuin (zie punt 16), en van het belang van een matige, gevarieerde consumptie van zelfgeteelde gewassen. Gewassen die er ongezonder uitzien kunnen beter niet worden geconsumeerd. Indien een volkstuin in de buurt van een weg gelegen is, kan de aanplant van een haag tussen tuin en weg de loodbelasting via depositie iets verminderen. In verband met atmosferische depositie dient volkstuinders te worden aangeraden hun zelfgeteelde gewassen vóór consumptie te wassen, ook wanneer deze gewassen niet bespoten zijn.

## 1 INLEIDING

### 1.1 Achtergrond

In 1987 hebben de *Hoofdingspectie van de Volksgezondheid voor de Levensmiddelen en de Keuring van Waren* en de GG&GD Amsterdam een gezamenlijk project opgezet, met als doel het consumptiepatroon van volkstuinders voor wat betreft aardappelen en groenten in kaart te brengen. Dit heeft geresulteerd in het rapport 'De groenteconsumptie van volkstuinders', door P.J.M. Hulshof (1988). Uit dit rapport blijkt, dat volkstuinders gemiddeld meer aardappelen en groente consumeren dan de gemiddelde Nederlander, en dat een deel van de geconsumeerde aardappelen en een groot deel van de geconsumeerde groente uit eigen tuin afkomstig is. Een belangrijke conclusie van de auteur van dit rapport is dat normen die zijn opgesteld voor gehalten aan contaminanten in groenten niet zonder meer mogen worden toegepast op door volkstuinders geteelde groenten. Dit betekent dat de Warenwetnormen volkstuinders niet automatisch voldoende bescherming bieden.

Tussen oktober 1989 en april 1990 is door het CML in opdracht van de directie Openlucht recreatie van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij een onderzoek gedaan naar de mogelijke gezondheidsrisico's bij bodemverontreiniging in openlucht recreatiegebieden (Mekel & Van der Naald, 1990). Volkstuinieren was één van de activiteiten waarvan de mogelijke risico's zijn geanalyseerd. Hierbij is gekeken naar de blootstelling van volkstuinders aan de zware metalen cadmium en lood. Uit het onderzoek bleek, dat de consumptie van aardappelen en groente voor cadmium en lood een belangrijke blootstellingsroute vormt. Als gevolg hiervan bleek dat bij een extra hoge groenteconsumptie de door de WHO aanvaardbaar geachte wekelijkse inname (de *Provisional Tolerable Weekly Intake* (PTWI)) door kinderen en volwassenen overschreden kan worden, en dat met name bij kinderen de consumptie van zelfverbouwde groente die verontreinigd is met cadmium of lood al snel aanleiding kan geven tot een overschrijding van de PTWI.

Uit de onderzoeken van Hulshof (1988) en Mekel & Van der Naald (1990) blijkt, dat er om twee redenen sprake kan zijn van een verhoogde inname van toxische stoffen door volkstuinders ten gevolge van bodemverontreiniging:

1. Indien de bodem van een volkstuinencomplex een (lichte) verontreiniging vertoont, lopen de volkstuinders het risico chronisch aan deze verontreiniging te worden blootgesteld. Er kan hierbij zowel sprake zijn van directe blootstelling (via contact met verontreinigde bodemdeeltjes) als van indirecte blootstelling (via de consumptie van verontreinigde gewassen).
2. Omdat volkstuinders een verhoogde consumptie van aardappelen en groente vertonen zullen zij reeds bij relatief lage gehalten aan toxische stoffen in deze gewassen een verhoogde blootstelling aan de betreffende stoffen vertonen.

Volkstuinders lopen dus, zowel door de weinig gevarieerde herkomst van de door hun geconsumeerde gewassen als door hun consumptiepatroon, een verhoogd risico op gezondheidsschade ten gevolge van bodemverontreiniging. Naar aanleiding hiervan heeft bovengenoemde directie van het ministerie van LNV het CML in 1992 een vervolgoopdracht verstrekt, met als doel om – analoog aan de LAC-Signaalwaarden voor landbouwgronden

(Ministerie van LNV, 1991) – signaalwaarden voor volkstuingronden op te stellen. Daarbij zou specifiek met de genoemde risicofactoren rekening gehouden dienen te worden. De op te stellen signaalwaarden zouden in de eerste plaats dienen als handreiking naar gemeenten en andere lagere overheden bij het aanwijzen van nieuwe locaties voor volkstuinencomplexen. Daarnaast zouden ook de bodems van bestaande volkstuinencomplexen aan deze signaalwaarden getoetst kunnen worden.

Na een grondig literatuuronderzoek door het CML en overleg met diverse deskundigen binnen de begeleidingscommissie bleek het opstellen van de beoogde signaalwaarden voor de bodem niet haalbaar te zijn, omdat de relatie tussen gehalten van de diverse potentieel schadelijke stoffen in de bodem en de gehalten in de hierop geteelde gewassen onvoldoende duidelijk is. De doelstelling van het project is daarom veranderd. Om te bepalen of een locatie geschikt is voor het vestigen van een volkstuinencomplex wordt gemeenten aangeraden allereerst een onderzoek in te stellen naar de ligging en de voorgeschiedenis van het terrein, i.v.m. de kans op lucht-, water- en bodemverontreiniging. Daarnaast is een onderzoek naar de kwaliteit van de bodem van belang. De bodemkwaliteit dient te worden getoets aan de streefwaarden voor bodem (de vroegere referentiewaarden). Indien de ligging of de voorgeschiedenis van het terrein aanleiding geven tot de veronderstelling dat gewassen die op deze locatie worden geteeld mogelijk in verhoogde mate aan één of meer toxische stoffen blootgesteld zullen zijn, of indien voor één of meer stoffen de streefwaarde wordt overschreden, dient een gewasproef te worden aangelegd. (Voorwaarde hierbij is wel, dat er een toetsingskader aanwezig is om de gevonden gehalten te kunnen toetsen.) Aan de hand van het gehalte van de betreffende stof in de proefgewassen kan vervolgens worden bepaald of de locatie geschikt is voor de vestiging van een volkstuinencomplex. In dit onderzoek is voor de stoffen cadmium, lood en kwik bepaald welke gehalten van deze stoffen maximaal in de proefgewassen mogen voorkomen. Het accent van het onderzoek is dus verschoven van de beoordeling van het bodemgehalte naar de beoordeling van het gewasgehalte.

## 1.2 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is tweeledig:

- het vaststellen van zodanige maximumwaarden voor de gehalten van de stoffen lood, cadmium en kwik in in volkstuinen gekweekte groenten, dat de gemiddelde dagelijkse inname van deze stoffen door volkstuinders onder de zogenaamde *toelaatbare dagelijkse inname* (TDI) blijft, zolang deze maximumwaarden niet worden overschreden;
- het formuleren van enige aandachtspunten voor gemeenten en volkstuinverenigingen bij het aanwijzen van nieuwe respectievelijk het beheren van bestaande volkstuinencomplexen.

De nadruk van het onderzoek ligt op de eerste doelstelling.

## 1.3 Werkwijze

De gevolgde werkwijze bestaat uit een aantal fasen:

- Inventarisatie van gegevens m.b.t. de relaties tussen gehalten van potentieel toxische stoffen in de bodem en de gehalten van deze stoffen in de op deze bodem geteelde gewassen.

- Inventarisatie van gegevens m.b.t. parameters die het gehalte van toxische stoffen in gewassen kunnen beïnvloeden.
- Inventarisatie van de achtergrondinname van de stoffen cadmium, lood en kwik door diverse groepen binnen de Nederlandse bevolking.
- Inventarisatie van de gemiddelde gehalten van de stoffen cadmium, lood en kwik in diverse handelsgewassen.
- Berekening van de maximale concentraties van de stoffen cadmium, lood en kwik in diverse voedingsgewassen die voor elk van de beschouwde bevolkingsgroepen nog juist geen aanleiding zou geven tot een gemiddelde overschrijding van de TDI door die bevolkingsgroep.

## 2 VOLKSTUINDERS ALS RISICOGROEP

In Nederland beschikken naar schatting circa 240.000 huishoudens over een volkstuin (Dikelenstam, 1988). Uit een enquête van Ipso Facto (1988) bleek, dat 96% van de ondervraagde volkstuinders hun volkstuin gebruikten voor het kweken van groente. Uitgaande van een gemiddelde gezinsgrootte van 2 à 3 personen betekent dit, dat ruim een half miljoen Nederlanders min of meer regelmatig zelfgekweekte groente uit hun volkstuin eten. Bij een enquête onder volkstuinders bleek, dat voor 46% van de geënquêteerden het willen eten van onbespoten groente één van de redenen was geweest om met een volkstuin te beginnen (Ipso Facto, 1988). Dit suggereert dat zelfgekweekte groente door velen als 'extra gezond' wordt beschouwd. Uit onderzoek is gebleken dat juist bij dit gezondheidsaspect kanttekeningen geplaatst moeten worden (Van Lune, 1986).

Eén van de mogelijke nadelen van het eten van veel groente uit dezelfde tuin is de weinig gevarieerde herkomst van deze groente. Een iets verhoogd cadmiumgehalte in bijvoorbeeld een krop sla behoeft geen probleem te vormen, wanneer de volgende krop sla die men verorbert van een andere locatie afkomstig is, en geen verhoogd cadmiumgehalte vertoont (maar misschien wel een verhoogd gehalte van bijvoorbeeld lood). Een systematisch verhoogde inname van een contaminant is daarom onwaarschijnlijk wanneer men zijn groente via de commerciële weg betreft: er is voldoende compensatie. Bij het eten van veel groente die afkomstig is van één bepaalde locatie ligt dit anders: een verhoogd gehalte van een toxische stof in een bepaald gewas zal gemakkelijk aanleiding geven tot een systematisch verhoogde inname, zeker wanneer het een veel gegeten gewas betreft. Daarnaast geldt, dat wanneer het gehalte van een toxische stof in een bepaald gewas uit een volkstuin verhoogd is, de gehalten van deze stof in de andere gewassen in deze tuin meestal ook verhoogd zijn. Indien het menu voor een belangrijk gedeelte bestaat uit produkten uit dezelfde tuin, kan een aanzienlijke verhoging van de belasting van de consument met deze stof optreden (Van Lune, 1986). Uitschieters naar boven van gehalten aan toxische stoffen worden dus onvoldoende gecompenseerd.

Ook wanneer een volkstuin niet verontreinigd is – dat wil zeggen dat de gehalten van potentieel schadelijke stoffen onder of rond de streefwaarden *c.q.* referentiewaarden voor de bodem liggen – kunnen in de hierin gekweekte groenten verhoogde gehalten aan contaminanten voorkomen, met name wanneer de teeltomstandigheden voor de plant niet optimaal zijn. Bij de opname van bijvoorbeeld cadmium uit de bodem speelt de zuurgraad van de bodem een belangrijke rol: hoe lager de pH, hoe hoger de cadmiumopname (Van Luit, 1984). Bij een onderzoek naar de pH van volkstuingronden bleek 20% van de onderzochte monsters een lage pH te hebben in vergelijking met de aanbevolen pH volgens de Bemestingsadviesbasis Intensieve Vollegrondsgroenteteelt (Van Lune, 1986). Het consumeren van groente uit deze tuinen brengt dus nog een extra risico met zich mee.

Een derde risico wordt gevormd door het consumptiepatroon van volkstuinders: volkstuinders eten meer groente en knolgewassen dan de gemiddelde Nederlander, en vertonen alleen al daardoor een verhoogde blootstelling aan de hierin aanwezige contaminanten (Hulshof, 1988).

### 3 BESTAANDE NORMEN EN WAARDEN

#### 3.1 De Leidraad Bodembescherming

In de Leidraad Bodembescherming worden voor een groot aantal stoffen verschillende waarden gegeven, die bedoeld zijn om te bepalen of – en zo ja in welke mate – de bodem als verontreinigd moet worden beschouwd bij een gegeven concentratie van de betreffende stof. Deze waarden worden ook wel ABC-waarden genoemd.

De oorspronkelijke A-waarden – die later ten dele vervangen zijn door *referentiewaarden*, die tegenwoordig *streefwaarden* worden genoemd – vormen voor wat betreft de zware metalen een maat voor de achtergrondgehalten van stoffen in de Nederlandse bodem. De streefwaarden geven de bovengrens aan van wat in Nederland wordt beschouwd als een normaal achtergrondgehalte, en geven tevens het maximale niveau aan waarbij de bodem nog als *multi-functioneel* wordt beschouwd. In dit rapport wordt een dergelijke bodem als "niet verontreinigd" aangeduid.

De B-waarden geven aan bij welk gehalte van de betreffende stof de bodem als verontreinigd wordt beschouwd, en waarbij ernstig gevaar voor de volksgezondheid of het milieu kan optreden. Overschrijding van de B-waarde betekent dat nader onderzoek gewenst is.

De C-waarden geven aan bij welk gehalte ernstig gevaar voor de volksgezondheid of voor het milieu dreigt. Overschrijding van de C-waarde betekent dat een saneringsonderzoek uitgevoerd dient te worden, veelal gevolgd door sanering van de betreffende locatie.

De bestaande C-waarden zullen op korte termijn worden vervangen door nieuwe C-waarden. Ook de definitie van deze waarden zal veranderen. De B-waarden zullen verdwijnen.

#### 3.2 De LAC-Signaalwaarden

Voor de beoordeling of bodem geschikt is voor landbouwkundig gebruik worden aparte waarden gebruikt: de door de Landbouwadviscommissie Milieukritische Stoffen (LAC) opgestelde zogenaamde LAC-Signaalwaarden. "De LAC-Signaalwaarde voor het gehalte van een stof in de bodem geeft het laagste niveau aan dat bij overschrijding aanleiding kan geven tot het optreden van nadelige effecten voor de opbrengst en kwaliteit van agrarische produkten en de gezondheid van mens en dier. Het overschrijden van de LAC-Signaalwaarde van een stof moet leiden tot het uitvoeren van nader onderzoek en het geven van advies voor het gebruik van de grond," aldus de definitie van het Ministerie van LNV. Qua hoogte bevinden de LAC-Signaalwaarden zich tussen de streefwaarden en de B-waarden.

De LAC-Signaalwaarden zijn ruwweg gespecificeerd naar grondsoort: er wordt onderscheid gemaakt tussen zand en klei/veen. Bij het opstellen van de LAC-Signaalwaarden zijn een aantal vereenvoudigingen aangebracht: er is uitgegaan van een voor het produkt optimale pH en bemestingstoestand van de bodem, synergistische en antagonistische effecten zijn buiten beschouwing gelaten, en de speciatie van metalen is niet expliciet in de overwegingen betrokken. Er zijn LAC-Signaalwaarden voor arseen en voor zeven zware metalen: cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel en zink. Voor bestrijdingsmiddelen

en organochloorverbindingen worden formules gegeven waarmee de LAC-Signaalwaarde berekend kan worden.

### 3.3 Blootstellingsnormen

De FAO/WHO heeft voor een groot aantal stoffen die als additieven of contaminanten in voedsel kunnen voorkomen een maximaal toelaatbare dagelijkse inname vastgesteld. Deze zogenaamde *acceptable daily intake* (ADI) is gedefinieerd als 'de hoeveelheid van een stof die dagelijks gedurende het hele leven kan worden ingenomen zonder merkbaar risico voor de gezondheid op grond van alle op dat moment beschikbare gegevens (FAO, 1975)'. Voor zware metalen wordt om verschillende redenen een iets andere benadering gehanteerd: de maximale levenslange blootstelling wordt voor deze stoffen niet per dag, maar per week weergegeven, in de vorm van een zogenaamde *provisional tolerable weekly intake* (PTWI) (WHO, 1972). De definitie van de PTWI is verder equivalent aan de definitie van de ADI. De term 'provisional' geeft aan dat het om voorlopige waarden gaat, die veranderd kunnen worden wanneer er aanvullende of meer betrouwbare gegevens beschikbaar komen.

Ten behoeve van de opstelling van de nieuwe humaan toxicologische C-waarden voor bodem zijn er bij het RIVM voor een aantal stoffen zogenaamde TDI-waarden ontwikkeld (TDI = tolerable daily intake) (Vermeire *et al.*, 1991). De definitie van de TDI is equivalent aan de definitie van de ADI. De TDI-waarden zijn bedoeld als aanvulling op de lijst met ADI-waarden, voor die stoffen die niet als voedseladditief of -contaminant kunnen worden aangemerkt, maar waarvoor wel behoefte bestaat aan een maatstaf voor hun relatieve humane toxiciteit. Voor metalen waarvoor de WHO reeds een PTWI had geformuleerd, is hieruit een TDI berekend door dit getal door 7 te delen.

### 3.4 Gewasnormen

De gehalten van toxische stoffen in voedingsmiddelen zijn gebonden aan de Warenwetnormen, en voor bestrijdingsmiddelen aan normen die zijn vastgelegd in de zogenaamde Residubeschikking. Bij het opstellen van de Warenwetnormen voor zware metalen is als uitgangspunt gehanteerd dat een eventueel hoog gehalte van een metaal in een bepaald gewas (dat echter niet hoger is dan de Warenwetnorm) wordt gecompenseerd door een produkt met een laag gehalte van dit metaal in het menu. Wanneer alle voedingsmiddelen nog juist aan de norm zouden voldoen, zou bij een gemiddeld voedselpakket de TDI voor een aantal metalen duidelijk worden overschreden. Zoals reeds eerder werd genoemd, is het de vraag of een voedselpakket waarvan de groente voor een groot deel van dezelfde locatie afkomstig is in alle gevallen voldoende compensatie biedt wanneer het gehalte aan zware metalen van de op deze locatie gekweekte groente verhoogd is - óók wanneer deze groente aan de Warenwetnormen voldoet. - Het zonder meer toepassen van de Warenwetnormen op uit volkstuinen afkomstige groente biedt de volkstuinder dus niet automatisch voldoende bescherming.

### 3.5 Signaalwaarden voor volkstuinen?

De LAC-Signaalwaarden zijn voor wat betreft het aspect volksgezondheid gebaseerd op de Warenwetnormen. Omdat de Warenwetnormen voor volkstuinders niet automatisch voldoende bescherming bieden, is het voldoen van de bodem aan de LAC-Signaalwaarden geen garantie dat de betreffende bodem geschikt is voor volkstuinieren. Het zou daarom wenselijk zijn dat er voor volkstuinen aparte signaalwaarden voor de bodem worden opgesteld. Dit wordt echter door deskundigen niet mogelijk geacht, omdat het verband tussen het gehalte van stoffen in de bodem en het gehalte van die stoffen in de op deze bodem geteelde gewassen vaak uiterst onzeker is (Bockting & Van den Berg, 1992). Het gehalte van een toxische stof in een gewas is niet alleen afhankelijk van het totaalgehalte van die stof in de bodem, maar ook van vele andere factoren, die vaak niet of niet goed meetbaar zijn. Daarom wordt aangeraden, bij twijfel over de geschiktheid van een locatie altijd gewasonderzoek te laten uitvoeren.

## 4 BODEMVERONTREINIGING BIJ VOLKSTUINEN

### 4.1 Bestaand onderzoek

Bij het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB-DLO) is van 1981 tot 1984 bij 57 volkstuintencomplexen een onderzoek uitgevoerd naar het cadmium- en loodgehalte van zowel bodem als gewas (Van Lune, 1986; 1987). Het betrof volkstuintencomplexen waar een zekere mate van verontreiniging met lood en/of cadmium werd verwacht op grond van hun ligging of op grond van de voorgeschiedenis van de locatie.

Het mediane cadmiumgehalte van Nederlandse cultuurgrond bedraagt 0,4 mg per kg droge grond, en het mediane loodgehalte 23 mg per kg droge grond. Het mediane cadmiumgehalte van de onderzochte volkstuinten bleek anderhalf maal zo hoog als normaal te zijn, en het mediane loodgehalte was zelfs 2½ maal zo hoog als normaal. In circa een kwart van de monsters werd meer dan 1 mg cadmium per kg droge grond gevonden, hetgeen wijst op een verontreiniging met cadmium. Ongeveer 30% van de monsters bevatte meer dan 100 mg lood per kg grond, hetgeen wijst op een verontreiniging met lood. Het grootste deel van de met lood verontreinigde bodemmonsters was afkomstig van volkstuintencomplexen die geheel of gedeeltelijk op minder dan 100 m afstand van een autoweg of een provinciale weg waren gelegen.

Hoewel de gehalten van cadmium en lood in de bodem van de onderzochte volkstuintencomplexen dus duidelijk verhoogd was, kwamen de mediane cadmium- en loodgehalten van de in de betreffende volkstuinten gekweekte sla en zomerwortel goed overeen met de mediane gehalten van deze gewassen uit de commerciële tuinbouw. Het mediane cadmiumgehalte van andijvie was echter vier maal zo hoog als in de beroepsteelt, en de mediane loodgehalten van boerenkool en andijvie respectievelijk 2 en 2½ maal zo hoog.

Uit het bovengenoemde onderzoek blijkt dat het zeker niet is uit te sluiten dat volkstuinten in zekere mate verontreinigd kunnen zijn met cadmium en/of lood. Dit behoeft echter niet per se te betekenen dat de in deze volkstuinten gekweekte gewassen abnormaal hoge cadmium- of loodgehalten bevatten. Bij een verhoogd gehalte van cadmium of lood in de bodem lijkt gericht gewasonderzoek de beste methode om aan te tonen of maatregelen gewenst zijn. Voor cadmium lijken spinazie en andijvie geschikte proefgewassen, en voor lood andijvie en boerenkool. Voor wat betreft cadmium wordt dit bevestigd door de resultaten van een inventariserend onderzoek naar de cadmiumgehalten van groenten in de Kempen, waar de bodem een relatief hoog cadmiumgehalte heeft: de kans op overschrijding van de Warenwetnorm voor cadmium bleek voor spinazie en andijvie het grootst te zijn (Lexmond, 1989).

### 4.2 Stoffenkeuze in dit onderzoek

Niet alle mogelijke stoffen konden in dit onderzoek worden betrokken. Er is daarom een keuze gemaakt voor de stoffen cadmium, lood en kwik. De achtergrond van deze keuze is tweeledig:

- In tegenstelling tot een aantal andere zware metalen kunnen cadmium, lood en kwik door gewassen worden opgenomen in concentraties die schadelijk zijn voor de mens (Henkens, 1983; Ministerie van VROM, 1989).
- Over deze stoffen zijn voldoende gegevens bekend om de blootstelling van de mens via diverse bronnen te kunnen modelleren.

Voor wat betreft de zware metalen zijn cadmium, lood en kwik dus bewust geselecteerd op grond van hun relevantie. Hiermee is echter geenszins een uitspraak gedaan over de relevantie van andere stoffen. Het risico van een te hoge blootstelling aan bijvoorbeeld (persistente) bestrijdingsmiddelen of PAK's via de consumptie van verontreinigde gewassen moet dan ook niet uit het oog worden verloren.

## 5 OPNAME VAN ZWARE METALEN DOOR GEWASSEN

### 5.1 Algemeen

Gewassen kunnen op verschillende manieren door zware metalen verontreinigd raken. De belangrijkste routes zijn opname via de wortels en depositie op de plant. Na opname door de wortels worden zware metalen in het algemeen vooral in de bladeren geaccumuleerd. Transport van zware metalen naar de vruchten wordt voor zover bekend niet of nauwelijks waargenomen (Broekema, 1984).

In 1992 is bij het RIVM een inventarisatie uitgevoerd naar de relaties tussen gehalten van verschillende metalen in de bodem en de gehalten in de op deze bodem geteelde groente (Bockting & Van den Berg, 1992). Uit deze inventarisatie is duidelijk naar voren gekomen dat relaties tussen de metaalgehalten in de bodem en die in groenten niet eenduidig kunnen worden vastgesteld.

Hoewel er in kwantitatieve zin dus weinig te zeggen valt over de zogenaamde bodem-gewasrelaties voor zware metalen, zijn er in kwalitatieve zin wel experimentele gegevens beschikbaar. Zo is het bekend dat diverse bodemparameters van invloed zijn op de mate waarin zware metalen door gewassen worden opgenomen (Kiekens & Camerlynck, 1982). Dit heeft te maken met het feit dat de mate waarin planten stoffen uit de bodem opnemen sterk afhankelijk is van de mate waarin deze stoffen zijn opgelost in het bodemvocht: alleen uit de opgeloste fase kunnen stoffen worden opgenomen. Stoffen die aan bodemdeeltjes zijn geadsorbeerd, of die anderszins in onopgeloste vorm in de bodem voorkomen, worden op zichzelf niet opgenomen, maar zijn met de opgeloste fase in evenwicht. Wanneer één of meer bodemparameters veranderen, kan het evenwicht verschuiven, waardoor er meer of juist minder van de betreffende metalen voor de plant beschikbaar komen (Locher & De Bakker, 1990). Eén van de belangrijkste parameters is de pH van de bodem: hoe lager de pH, hoe hoger de opname van zware metalen (Van Lune, 1985; Willaert *et al.*, 1988). Ook het organische-stofgehalte is van invloed: voor cadmium is aangetoond dat de opname hiervan door planten afneemt bij een toenemend gehalte organische stof, maar een hoog organische-stofgehalte blijkt de opname juist weer te bevorderen (Van Luit, 1984; Ministerie van LNV, 1991). Daarnaast is ook het lutumgehalte van belang: hoe hoger het lutumgehalte, hoe lager de opname van zware metalen (Van Lune, 1986). In het algemeen geldt, dat de opname vermindert bij een toenemende sorptiecapaciteit van de bodem. De sorptiecapaciteit wordt bepaald door het gehalte aan klei, organisch materiaal en sesquioxiden in de bodem. Tenslotte is ook de bemestingstoestand van de bodem een belangrijke factor die de opname van zware metalen beïnvloedt: een te geringe bemesting kan vooral op lichte gronden zorgen voor een verhoogd gehalte van zware metalen in gewassen (Willaert *et al.*, 1988). Naast bodemeigenschappen zijn ook gewaseigenschappen van invloed op de mate waarin zware metalen uit de bodem worden opgenomen: het ene gewas neemt duidelijk meer zware metalen op dan het andere. Zo staan voor wat betreft cadmium vooral snelgroeende bladgewassen zoals sla, andijvie en spinazie bekend om een relatief sterke accumulatie (Van Luit & Smilde, 1983).

Ook naar de opname van afzonderlijke metalen door planten is veel onderzoek verricht. Voor arseen, chroom, koper, nikkel, tin en zink geldt, dat de kans dat men via de consumptie van gezond uitziende gewassen een schadelijke hoeveelheid van één van deze

stoffen binnenkrijgt uiterst klein is (Henkens & Smilde, 1989; Ministerie van VROM, 1989). Voor de meeste van deze stoffen geldt, dat het gehalte in de plant nooit een niveau bereikt dat voor de mens schadelijk is, omdat er reeds bij veel lagere concentraties ernstige storingen in de plantengroei optreden. De mens wordt hierdoor langs natuurlijke weg beschermd. Dit impliceert wel dat de oogst van het gewas in dergelijke gevallen als verloren moet worden beschouwd.

Voor cadmium, lood en kwik geldt, dat de gezondheid van de mens niet voldoende wordt beschermd door natuurlijke mechanismen (Henkens & Smilde, 1989; Ministerie van VROM, 1989). Binnen de landbouw zijn er vooral problemen met de metalen cadmium en lood (Meeuwissen, 1989). Bij een door het IB en het RIKILT uitgevoerd onderzoek naar de normale gehalten van cadmium, lood en kwik in 15 plantaardige produkten bleek de marge tussen de mediaanwaarde en de grenswaarde soms klein te zijn, met name voor cadmium (Lexmond, 1989). Ook de marge tussen de werkelijke inname en de door de WHO vastgestelde PTWI (*provisional tolerable weekly intake*) is vooral voor cadmium klein.

## 5.2 Cadmium

Van alle zware metalen veroorzaakt cadmium in de landbouw de meeste problemen. Vooral in snelgroeiende bladgewassen, zoals sla, andijvie en spinazie, wordt dit element sterk geaccumuleerd (Van Luit *et al.*, 1984; Wiersma *et al.*, 1985). Bij onderzoek in de Brabantse Kempen bleek de kans op overschrijding van de Warenwetnorm het grootst te zijn voor spinazie en andijvie. Ook in sla werden echter hoge gehalten aangetroffen (Lexmond, 1989).

Naar het verband tussen het cadmiumgehalte in de bodem en dat in het gewas is veel onderzoek gedaan. Vooral het verband tussen de pH van de bodem en het cadmiumgehalte van gewassen is uitgebreid onderzocht (Van Luit, 1984; Van Lune, 1985; Van Driel & Smilde, 1990; Bockting & Van den Berg, 1992). Met name voor cadmium is hierdoor het verband aangetoond tussen een lage bodem-pH en een hoge opname. Indien de pH van de bodem laag is kan het zelfs voorkomen dat de cadmiumgehalten van groenten die geteeld zijn op gronden die als niet verontreinigd worden beschouwd (d.w.z. gronden waarvan het cadmiumgehalte rond de vroegere A-waarde ligt) de Warenwetnorm overschrijden (Ellen & Kliet, 1988). Met name op met cadmium verontreinigde zandgronden met een pH-KCl die lager is dan ca. 6 kunnen de cadmiumgehalten zeer hoog oplopen (Bockting & Van den Berg, 1992). Een dergelijke pH is voor zandgronden zeer gebruikelijk; in landbouwkringen wordt een pH-KCl van 5,7 voor zandgrond reeds als maximaal beschouwd, omdat akkerbouwgewassen bij een hogere pH onvoldoende mangaan uit de bodem kunnen opnemen (Henkens, 1983).

Vanwege het relatief hoge gemiddelde cadmiumgehalte in groente, de grote gevoeligheid van het cadmiumgehalte van groente voor de pH van de bodem en de relatief hoge cadmiuminname van de gemiddelde consument (die voor een belangrijk deel afkomstig is uit de geconsumeerde groente) is cadmium een element dat veel aandacht verdient. Ook licht verhoogde cadmiumgehalten in de bodem dienen aandacht te krijgen, vooral op zandgronden.

### 5.3 Lood

Via de bodem wordt lood door planten in het algemeen slechts in relatief geringe hoeveelheden opgenomen (Bockting & Van den Berg, 1992; Dalenberg & Van Driel, 1992). In tegenstelling tot cadmium accumuleert het uit de bodem opgenomen lood vooral in de wortels van het gewas (Meeuwissen, 1989). Uit onderzoek naar de parameters die bepalend zijn voor de mate waarin lood door planten uit de bodem wordt opgenomen is gebleken, dat vooral de pH van de bodem en de nutriëntenvoorziening hierbij een belangrijke rol spelen: een te lage pH of een te geringe nutriëntenvoorziening bleken tot een sterk verhoogde opname te leiden. Ook het loodgehalte van de bodem was van invloed, maar de invloed hiervan bleek kleiner te zijn dan die van de andere twee genoemde parameters (Lexmond & Van Luit, 1985). Veruit de belangrijkste bijdrage aan de loodbelasting van de plant wordt in het algemeen echter geleverd door atmosferische depositie (Bockting & Van den Berg 1992; Dalenberg & Van Driel, 1992). Het lood wordt aan de buitenkant tegen het gewas afgezet (Willaert *et al.*, 1988). Ook na wassen blijft ongeveer de helft van dit lood op de gewassen kleven (Meeuwissen, 1989). Evenals cadmium wordt lood vooral door bladgroenten geaccumuleerd (Huy *et al.*, 1988). Boerenkool moet hier worden genoemd als een gewas dat relatief erg veel lood accumuleert. Dit gewas neemt zowel uit de lucht als uit de grond relatief veel lood op (Wiersma *et al.*, 1985; Stoop & Rennen, 1990). Belangrijke bronnen van atmosferisch lood zijn onder meer autowegen en kabelbranderijen (Henkens & Smilde, 1989; Meeuwissen, 1989; Lexmond, 1989). Hoewel de looddepositie langs wegen sinds de grootschalige invoering van loodvrije benzine sterk is afgenomen, blijft waakzaamheid op dit gebied geboden.

### 5.4 Kwik

Aan de opname van kwik door gewassen is relatief weinig onderzoek verricht. Kwik in voedingsgewassen lijkt in het algemeen een minder groot probleem te vormen dan cadmium en lood. De kwikgehalten van de Nederlandse land- en tuinbouwgewassen zijn laag ten opzichte van de Warenwetten (Wiersma *et al.*, 1985), en deze worden hoogst zelden overschreden (Lexmond, 1989). De kwikgehalten van gewassen liggen meestal in het traject van 0,01 tot 0,2 mg per kg droge stof (Henkens & Smilde, 1989). Ook bij groenten die gekweekt zijn op met kwik verontreinigde bodems blijft het kwikgehalte meestal onder de 0,2 mg per kg droge stof (Bockting & Van den Berg, 1992). Dit komt erop neer dat zelfs deze groenten de Warenwetnorm in het algemeen niet zullen overschrijden.

## 6 BLOOTSTELLING VAN DE MENS

### 6.1 Achtergrondblootstelling

In dit rapport wordt als uitgangspunt gehanteerd dat volkstuinders alle door hun geconsumeerde groente en de helft van de hoeveelheid door hun geconsumeerde aardappelen uit de volkstuin betrekken. Langs deze route kunnen zij – afhankelijk van de omstandigheden – in meer of mindere mate aan de beschouwde stoffen cadmium, lood en kwik worden blootgesteld. De blootstelling via alle overige routes wordt als achtergrondblootstelling beschouwd. De achtergrondblootstelling is voor iedere beschouwde bevolkingsgroep apart berekend. Voor het 95-percentiel van de grote aardappel- en groente-eters is echter als uitgangspunt gehanteerd dat deze alleen wat betreft de consumptie van aardappelen en groenten afwijken van de gemiddelde eters. Er is hen dus geen verhoogde consumptie van andere voedingsmiddelen toegeschreven. Voor het berekenen van de achtergrondblootstelling zijn diverse routes in beschouwing genomen.

#### 6.1.1 *Consumptie van aardappelen*

Voor het bepalen van de consumptie van aardappelen door de diverse beschouwde bevolkingsgroepen is gebruik gemaakt van de gegevens die verzameld zijn door Hulshof (1988). Voor enkele subgroepen die in het rapport van Hulshof niet apart worden onderscheiden zijn aannames gemaakt; deze zijn vermeld in bijlage 4. Volkstuinders eten gemiddeld iets meer aardappelen dan andere Nederlanders, terwijl de grote aardappleeters onder de volkstuinders wordt gekenmerkt door een sterk verhoogde aardappelconsumptie. Door de aanname dat de helft van de aardappelconsumptie van ieder van de beschouwde bevolkingsgroepen niet uit de eigen tuin afkomstig is, volgt uit de berekeningen dat de achtergrondblootstelling van de diverse groepen volkstuinders hoger is dan de achtergrondblootstelling van andere Nederlanders.

#### 6.1.2 *Consumptie van voedingsmiddelen (exclusief aardappelen en groenten)*

Zowel voedingsmiddelen van dierlijke als van plantaardige oorsprong bevatten in de regel in meer of minder mate zware metalen. De concentratie is enerzijds afhankelijk van de herkomst van het produkt, en anderzijds van menselijke handelingen. Zo bevatten graanprodukten in het algemeen relatief veel cadmium, omdat granen vrij veel cadmium uit de bodem opnemen, en kan ingeblikt voedsel een verhoogd loodgehalte vertonen wanneer de lasnaden van het blik loodhoudend zijn.

Voor het bepalen van de consumptiepatronen van diverse bevolkingsgroepen is in dit onderzoek gebruik gemaakt van de resultaten van de voedselconsumptiepeiling 1987-1988, zoals die zijn weergegeven in de publicatie 'Wat eet Nederland' (Ministeries van WVC & LNV, 1988). Omdat de gegevens die hierin vermeld staan geen betrekking hebben op afzonderlijke voedingsmiddelen, maar op een vast aantal categorieën van voedingsmiddelen, moesten in aansluiting hierop ook gemiddelde gehalten aan zware metalen per categorie voedingsmiddelen worden gebruikt. Hiervoor is in eerste instantie gebruik gemaakt van gegevens die verzameld zijn door de CCRX (1991). Omdat de standaard-CCRX-gegevens niet volledig aansluiten bij de categorieën van voedingsmiddelen die bij de voedselconsumptiepeiling zijn gehanteerd, werd in aanvulling op de CCRX-gegevens gebruik gemaakt van gegevens uit *Het Contaminantenboekje* (Staarink & Hakkenbrak, 1991).

Voor wat betreft de berekende blootstelling via deze route per stof voor de verschillende bevolkingsgroepen wordt verwezen naar bijlage 3.

#### 6.1.3 *Consumptie van drinkwater*

Als gehalte van zware metalen in drinkwater zijn in dit onderzoek de mediane gehalten gehanteerd zoals die vermeld staan in *Het Contaminantenboekje* (Staarink & Hakkenbrak, 1991; zie bijlage 3).

Opgemerkt dient te worden, dat in huizen waar de waterleidingen van lood zijn, het drinkwater aanzienlijke hoeveelheden lood kan bevatten. Dit geldt in versterkte mate wanneer het water gedurende een aantal uren heeft stilgestaan in de leiding. In dit onderzoek is verontreiniging van drinkwater via loden leidingen buiten beschouwing gelaten.

Voor de hoeveelheden drinkwater die door de verschillende beschouwde bevolkingsgroepen dagelijks worden geconsumeerd is gebruik gemaakt van de hoeveelheden zoals die in het CSOIL-model (Van den Berg, 1991) worden gehanteerd: 1 l per dag voor kinderen en 2 l per dag voor volwassenen. Als leeftijdsgrens is de leeftijd van 10 jaar gehanteerd: kinderen vanaf 10 jaar vallen in deze aanname binnen de categorie 'volwassenen'.

#### 6.1.4 *Ingestie van grond- en stofdeeltjes*

Ingestie van grond- en stofdeeltjes kan plaatsvinden door het eten van gronddeeltjes en door hand-mondgedrag. Deze blootstellingsroute speelt met name een rol voor jonge kinderen. Voor de hoeveelheid grond- en stofdeeltjes die volwassenen en kinderen gemiddeld dagelijks binnenkrijgen is gebruik gemaakt van de cijfers die gehanteerd worden in het CSOIL-model: 150 mg per dag voor kinderen van 1-6 jaar en 50 mg per dag voor oudere kinderen en volwassenen (Van den Berg, 1991).

#### 6.1.5 *Inslikken van oppervlaktewater*

Bij het zwemmen kunnen kleine hoeveelheden oppervlaktewater worden ingeslikt. De hoeveelheid water die mensen op deze manier binnenkrijgen wordt geschat op gemiddeld 50 ml per keer (Van Wijnen, 1982). Spelende kinderen krijgen waarschijnlijk meer water binnen. Daar staat tegenover dat de meeste kinderen niet dagelijks zwemmen. In dit onderzoek is – in navolging van Mekel & Van der Naald (1990) – een hoeveelheid van 50 ml ingeslikt oppervlaktewater per dag voor zowel kinderen als volwassenen aangehouden als redelijk-hoge schatting. Voor wat betreft de concentraties van zware metalen in oppervlaktewater zijn schattingen gemaakt. Voor de gevolgde werkwijze wordt verwezen naar bijlage 2.

#### 6.1.6 *Inhalatie van lucht*

Buitenlucht kan onder meer door verkeer en door industriële activiteiten zware metalen bevatten. Deze kunnen via de ademlucht door de mens worden ingenomen. Deze vorm van inname is niet zonder meer vergelijkbaar met inname via het maag-darmkanaal, omdat de opname van zware metalen in het bloed via de longen in het algemeen efficiënter gebeurt dan via het maag-darmkanaal. Hiermee is in dit onderzoek geen rekening gehouden, omdat de bijdrage aan de totale blootstelling van deze route marginaal is. Voor de volledigheid is deze route echter wel in de berekeningen meegenomen.

In het CSOIL-model (Van den Berg, 1991) wordt uitgegaan van een ademvolume van 7,6 m<sup>3</sup> per dag voor kinderen en een ademvolume van 20 m<sup>3</sup> per dag voor volwassenen. In dit onderzoek is uitgegaan van een ademvolume van 7,6 m<sup>3</sup> per dag voor kinderen van 1-3

jaar, 10 m<sup>3</sup> per dag voor kinderen van 4-9 jaar (n.a.v. het SOILRISK-model van Ten Berge (1990)) en 20 m<sup>3</sup> per dag voor kinderen van 10 jaar en ouder en volwassenen.

#### *6.1.7 Inhalatie van sigarettenrook door passief roken*

Sigarettenrook bevat relatief veel cadmium. Dit cadmium is afkomstig uit de tabaksbladen, die een sterke cadmiumopname kennen. Door regelmatig in een rokerige ruimte te verkeren, kunnen ook niet-rokers hierdoor in verhoogde mate aan cadmium worden blootgesteld. In dit onderzoek is gerekend met een verblijfsduur van twee uur per dag in rokerige ruimten door niet-rokers. Met het verschil in opname-efficiëntie is in de berekeningen rekening gehouden: de hoeveelheid via deze route ingenomen cadmium is omgerekend naar de hoeveelheid oraal ingenomen cadmium die een equivalente opname zou bewerkstelligen.

#### *6.1.8 Inhalatie van sigarettenrook door actief roken*

Actief roken kan – afhankelijk van de mate waarin dit gebeurt – een belangrijke bron van additieve cadmiumblootstelling vormen. Omdat actief roken een keuze is, en het genoegzaam bekend is dat men als consequentie hiervan te grote hoeveelheden van een aantal schadelijke stoffen binnenkrijgt, is deze vorm van blootstelling in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

#### *6.1.9 Inhalatie van grond- en stofdeeltjes*

Bij opwaaiing van grond- en stofdeeltjes kunnen deze deeltjes worden ingeademd. Mekel & Van der Naald (1990) berekenden dat alleen extreem hoge concentraties in de bodem risico voor de volksgezondheid zou kunnen ontstaan ten gevolge van blootstelling via deze route. Voor cadmium, lood en kwik liggen deze concentraties in de orde van 350 tot 4000 keer de C-waarde. In dit onderzoek is deze blootstellingsroute als verwaarloosbaar beschouwd.

#### *6.1.10 Dermaal contact met bodem, waterbodem en oppervlaktewater*

Door tuinieren kan dermaal contact met de bodem optreden, met name via de handen. Bij het zwemmen in oppervlaktewater vindt dermaal contact plaats met dit oppervlaktewater, en mogelijk ook met de waterbodem. Sommige stoffen kunnen via de huid in de bloedbaan terecht komen, en zo een bijdrage leveren aan de totale belasting van de mens met deze stof. Over deze blootstellingsroute zijn slechts weinig gegevens bekend. Het wordt echter aannemelijk geacht dat deze bijdrage gering is (Mekel & Van der Naald, 1990). De bijdrage van dermaal contact met bodem, waterbodem en oppervlaktewater aan de achtergrondblootstelling van de mens is daarom in dit onderzoek verwaarloosd.

#### *6.1.11 Blootstelling in de werksituatie*

Mensen kunnen in de werksituatie worden blootgesteld aan toxische stoffen. Afhankelijk van de situatie zal de bijdrage van de blootstelling via deze route aan de totale achtergrondblootstelling meer of minder groot zijn. Omdat het in alle gevallen om een individuele achtergrondblootstelling gaat, is deze route in dit onderzoek buiten beschouwing gebleven. In individuele gevallen dient deze blootstellingsroute echter wel degelijk aandacht te krijgen.

## 6.2 Blootstelling via gewasconsumptie

Volkstuinders eten gemiddeld meer aardappelen en groenten dan de gemiddelde Nederlander. Zij lopen hierdoor het risico via hun consumptiepatroon in verhoogde mate aan contaminanten te worden blootgesteld. In hoeverre de blootstelling daadwerkelijk verhoogd is, is sterk afhankelijk van de situatie. In dit onderzoek wordt als uitgangspunt gehanteerd, dat de volkstuinder alle geconsumeerde groente en de helft van de geconsumeerde aardappelen uit de eigen tuin betreft. Aan de hand hiervan wordt berekend, hoe hoog het gehalte aan cadmium, lood en kwik in de diverse groenten maximaal zou mogen zijn om nog juist geen risico voor de volksgezondheid op te leveren. Als maatstaf voor 'het vormen van een risico voor de volksgezondheid' is de overschrijding van de TDI gehanteerd. De benaderingswijze verschilt echter enigszins per stof. Voor een precieze beschrijving van de benaderingswijze per stof wordt verwezen naar §9.3.

Voor wat betreft de hoeveelheden geconsumeerde groenten zijn de gegevens uit het onderzoek van Hulshof (1988) als uitgangspunt gehanteerd. Omdat deze gegevens niet in alle opzichten voldoende informatie bieden, zijn tevens een aantal aannames gemaakt. Voor een beschrijving van deze aannames wordt verwezen naar bijlage 4.

## 6.3 Blootstelling in relatie tot lichaamsgewicht

De hoogte van de blootstelling aan een bepaalde stof kan per persoon of per kilogram lichaamsgewicht worden weergegeven. Hier ligt een aanmerkelijk verschil: een relatief lage blootstelling per persoon kan heel goed gepaard gaan met een hoge blootstelling per kilogram lichaamsgewicht. Zo is de consumptie van voedingsmiddelen door jonge kinderen in het algemeen relatief hoog ten opzichte van hun lichaamsgewicht, waardoor ook de blootstelling aan voedselcontaminanten van jonge kinderen per kilogram lichaamsgewicht meestal relatief hoog zal zijn. Het zal duidelijk zijn dat deze kinderen per persoon in het algemeen juist minder eten dan volwassenen, en dus per persoon juist in mindere mate aan voedselcontaminanten worden blootgesteld.

Ten aanzien van de toxische werking van stoffen is vooral de blootstelling per kilogram lichaamsgewicht van belang. De TDI van geeft aan wat de maximale dagelijkse blootstelling van de mens aan die stof is per kilogram lichaamsgewicht. De hoogte van de blootstelling is in dit onderzoek voor iedere beschouwde bevolkingsgroep uitgedrukt in  $\mu\text{g}$  stof per kg lichaamsgewicht per dag, op basis van het gemiddelde lichaamsgewicht van elk van die bevolkingsgroepen.

Het gemiddelde lichaamsgewicht per bevolkingsgroep is berekend met behulp van gegevens van het CBS (1982; 1993(a); 1993(b)). Voor een precieze beschrijving wordt verwezen naar bijlage 1.

## 6.4 Risicogroepen binnen de volkstuinderspopulatie

Bij het onderzoeken van de blootstelling van de diverse groepen binnen de Nederlandse volkstuinderspopulatie is dezelfde groepsindeling gehanteerd als bij de voedselconsumptiepeiling 1987-1988, dat wil zeggen dat naast diverse leeftijdsklassen zwangere vrouwen en vegetariërs als aparte groepen zijn onderscheiden. Voor wat betreft het consumptiepatroon van volkstuinders is als uitgangspunt gehanteerd dat volkstuinders alleen wat betreft de

hoeveelheid geconsumeerde aardappelen en groenten afwijken van de rest van de Nederlandse bevolking. Voor wat betreft de hoeveelheden geconsumeerde aardappelen en groente is hierbij gebruik gemaakt van de gegevens die hierover zijn verzameld door Hulshof (1988). Omdat Hulshof een andere groepsindeling hanteert dan die van de voedselconsumptiepeiling, moesten hiervoor een aantal aannames worden gedaan. Voor een beschrijving van deze aannames wordt verwezen naar bijlage 4. Op grond van berekeningen is nagegaan welke van deze groepen binnen de Nederlandse volkstuinderspopulatie gekenmerkt worden door een relatief hoge blootstelling aan cadmium, lood en kwik. Deze groepen zijn beschouwd als risicogroepen.

### 6.5 Een reëel-pessimistische benadering

Het doel van dit onderzoek is dat het overgrote deel van de Nederlandse volkstuinders beschermd wordt tegen een te hoge blootstelling aan toxische stoffen via de de door hun geteelde aardappelen en groente. Wanneer in blootstellingstellingsberekeningen voor alle parameters een gemiddelde waarde wordt gehanteerd, wordt dit doel niet bereikt: een dergelijk uitgangspunt zou resulteren in een bescherming van de 'gemiddelde' volkstuinder, hetgeen bij een normale verdeling van elk van deze parameters zou betekenen dat de helft van de totale volkstuinderspopulatie niet voldoende beschermd zou zijn. Een benadering om te komen tot waarden die wel bescherming bieden aan de beoogde groep is het nodig om voor de meeste parameters een relatief 'pessimistische' waarde in te vullen, zonder hierbij de realiteit uit het oog te verliezen (door bijvoorbeeld te vervallen in zeldzame extremen). Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het gebruiken van percentielswaarden.

Deze benadering is vooral van belang voor parameters die een relatief grote rol spelen in de totale blootstelling. Men zou een benadering zoals hierboven geschetst is misschien het best kunnen aanduiden als een *reëel-pessimistische benadering*. In de literatuur wordt meestal gesproken van een *worst-case* benadering. Deze ietwat controversiële term (immers: Wat is *worst*?) heeft het voordeel dat hij inmiddels volledig is ingeburgerd.

## 7 BEREKENINGSWIJZEN

### 7.1 Onderscheiden bevolkingsgroepen

Hulshof (1988) onderscheidt in zijn onderzoek naar de consumptiegewoonten van volkstuinders de volgende bevolkingsgroepen:

- mannen en vrouwen 1-77 jaar;
- jongens en meisjes 1-12 jaar;
- jongens en meisjes 13-19 jaar;
- vrouwen 20-54 jaar;
- mannen 20-54 jaar;
- vrouwen 55-77 jaar;
- mannen 55-77 jaar.

Uit berekeningen m.b.t. de blootstelling aan cadmium, lood en kwik van de verschillende groepen Nederlanders die in de voedselconsumptiepeiling worden onderscheiden is in dit onderzoek gebleken, dat vooral kinderen van 1-3 jaar een verhoogde blootstelling aan deze stof vertonen. Daarnaast vertonen vegetariërs gemiddeld een iets hogere blootstelling dan de gemiddelde Nederlander. De indeling van Hulshof is daarom in dit onderzoek niet rechtstreeks overgenomen, maar enigszins gemodificeerd: de groep van kinderen van 1-12 jaar is onderverdeeld in drie subgroepen, en binnen de groep van volkstuinders van 1-77 jaar zijn de vegetariërs apart onderscheiden. Voor wat betreft de consumptiecijfers van deze subgroepen zijn aannames gemaakt; voor een precieze beschrijving van deze aannames wordt verwezen naar bijlage 4.

### 7.2 Berekening van de maximale blootstelling via gewassen uit de volkstuin

In §6.1 is beschreven welke blootstellingsroutes wel en welke niet in de berekening van de achtergrondblootstelling zijn betrokken, en op welke wijze de mate van blootstelling van de beschouwde bevolkingsgroepen via de diverse blootstellingsroutes is gekwantificeerd. De maximale blootstelling via aardappelen en groenten uit de volkstuin is in dit onderzoek per bevolkingsgroep gesteld op het verschil tussen de TDI en de berekende achtergrondblootstelling. Met andere woorden: het uitgangspunt van dit onderzoek is geweest dat de TDI ten hoogste precies mag worden opgevuld.

### 7.3 De omrekeningsfactor: berekening van het maximale gehalte cadmium, lood en kwik per gewas

Uit de totale maximale blootstelling via de consumptie van gewassen uit de volkstuin volgt niet automatisch hoe hoog de maximale blootstelling per gewas is. Deze is afhankelijk van de verhouding waarin de verschillende gewassen worden geconsumeerd en van de verhouding waarin de betreffende stoffen in de diverse gewassen worden geaccumuleerd. Een complicerende factor hierbij is dat contaminanten niet in een vaste verhouding in gewassen behoeven voor te komen: het is niet ondenkbaar dat deze verhouding afhankelijk is van een of meer parameters zoals het gehalte van de contaminant in de grond en de mate

van depositie. Zo zal bijvoorbeeld bij een toenemende looddepositie het loodgehalte van bovengrondse gewasdelen toenemen ten opzichte van dat van ondergrondse gewasdelen. Met deze complicatie kon in dit onderzoek geen rekening worden gehouden. Aangenomen is dat de elk van de beschouwde contaminanten in een vaste verhouding in de verschillende gewassen voorkomt, en wel de verhouding tussen de mediane gehalten zoals die worden gevonden in commercieel verkochte gewassen (Staarink & Hakkenbrak, 1991). Voor het berekenen van de maximale gehalten aan cadmium, lood en kwik per gewas en per leeftijdsgroep is eerst berekend wat de blootstelling per gewas zou zijn bij het gegeven consumptiepatroon wanneer alle gewassen het genoemde mediane gehalte cadmium, lood of kwik zouden bevatten. Het mediane gehalte cadmium, lood of kwik van ieder gewas is daartoe vermenigvuldigd met de consumptie van dat gewas, en vervolgens gedeeld door het lichaamsgewicht van de betreffende bevolkingsgroep. Door optelling van de uitkomsten per gewas is vervolgens berekend wat de totale blootstelling via gewassen uit de volkstuin zou zijn wanneer deze gewassen het mediane gehalte cadmium, lood en kwik zouden bevatten zoals dit gevonden wordt in commercieel verkochte gewassen. De reeds berekende totale maximale blootstelling aan cadmium, lood en kwik via groenten uit de volkstuin is vervolgens gedeeld door de totale blootstelling die zou plaatsvinden bij mediane gehalten aan deze stoffen. De uitkomst van deze berekening wordt hier aangeduid als *omrekeningsfactor*: vermenigvuldiging van het mediane gehalte van iedere groente met de berekende omrekeningsfactor geeft aan welk gehalte van de betreffende stof het gewas mag bevatten om zóveel bij te dragen aan de totale blootstelling dat de TDI nog juist niet wordt overschreden.

## 8 RESULTATEN

### 8.1 Achtergrondblootstelling

Voor zowel cadmium, lood als kwik bleek de achtergrondblootstelling het hoogst te zijn voor kinderen van 1-3 jaar. Ten opzichte van de gemiddelde Nederlander van 1-77 jaar bleek de blootstelling van deze groep zeer sterk verhoogd te zijn. Dit kan voor een deel worden toegeschreven aan de grotere verhouding tussen de hoeveelheid geconsumeerde voedingsmiddelen en het lichaamsgewicht, dat kenmerkend is voor (vooral jonge) kinderen. Daarnaast speelt met name voor lood de verhoogde consumptie van grond- en stofdeeltjes voor deze groep een grote rol. Uit de in dit onderzoek gemaakte aannames volgde, dat kinderen van 1-3 jaar met een gemiddeld consumptiepatroon, die alleen commercieel verbouwde gewassen eten voor wat betreft lood gemiddeld reeds een overschrijding van de TDI vertonen. De oorzaak van deze overschrijding ligt hoofdzakelijk bij de ingestie van grond- en stofdeeltjes. In de leeftijd tot 19 jaar bleek het blootstellingsniveau aan deze stoffen het blootstellingsniveau van de gemiddelde Nederlander van 1-77 jaar duidelijk te overtreffen. Volwassenen vertonen in het algemeen een blootstelling die rondom of onder de deze gemiddelde blootstelling ligt.

Ook de blootstelling via aardappelen en groenten is het hoogst bij kinderen van 1-3 jaar. Vegetariërs vertonen geen verhoogde achtergrondblootstelling, maar bij deze groep moet wel rekening worden gehouden met een verhoogde blootstelling via gewasconsumptie, omdat de groentconsumptie van deze groep duidelijk verhoogd is ten opzichte van de groentconsumptie van de gemiddelde Nederlander. Overigens consumeren vegetariërs minder aardappelen, waardoor het effect van de verhoogde groentconsumptie gedeeltelijk wordt gecompenseerd.

In tabel 8.1 wordt zowel voor de gemiddelde Nederlandse bevolking als voor de gevoeligste groep weergegeven hoe hoog de gemiddelde blootstelling aan cadmium, lood en kwik via de verschillende bronnen is ten opzichte van de TDI. In tabel 8.2 wordt weergegeven hoe hoog de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan deze metalen via aardappelen en groente is ten opzichte van de totale blootstelling.

TABEL 8.1 De mate waarin de TDI voor cadmium, lood en kwik wordt opgevuld bij een gemiddeld consumptiepatroon voor de gemiddelde Nederlander (1-74 jaar) en voor jonge kinderen (1-3 jaar)

	mate van opvulling TDI	
	1-74 jaar	1-3 jaar
cadmium	26%	66%
lood	24%	141%
kwik	5%	12%

TABEL 8.2 Het aandeel van blootstelling via aardappelen en groente aan de totale blootstelling aan cadmium, lood en kwik aan de totale blootstelling van de gemiddelde Nederlander (1-74 jaar)

	aandeel aardappelen + groente aan totale blootstelling
cadmium	26%
lood	19%
kwik	19%

Uit tabel 8.1 blijkt, dat de blootstelling aan cadmium en lood hoog is ten opzichte van de TDI. Dit geldt met name voor de groep van 1- tot 3-jarigen; deze overschrijden volgens de in dit onderzoek gehanteerde berekeningen zelfs ruimschoots de TDI voor lood. De TDI voor kwik blijkt maar voor een klein gedeelte te worden opgevuld.

De bijdrage van aardappelen en groenten aan de totale blootstelling is reeds bij mediane cadmium- lood- en kwikgehalten aanzienlijk. Voor cadmium en lood betekent dit, dat een verhoogd gehalte van deze stoffen in aardappelen en groenten kan betekenen dat de TDI relatief gemakkelijk benaderd of overschreden kan worden. Voor kwik geldt dat de totale blootstelling ten opzichte van de TDI zo laag is, dat zelfs bij een relatief sterk verhoogd gehalte van deze stof in voedingsgewassen de kans op overschrijding van de TDI waarschijnlijk relatief klein is. Dit betekent uiteraard niet dat men zonder bezwaar een volkstuin kan vestigen op met kwik verontreinigde bodem, of in de buurt van andere kwikbronnen. Wel wordt hiermee duidelijk, dat men ook op niet-verdachte locaties vooral wat betreft de metalen cadmium en lood op zijn hoede moet zijn voor de kans dat de gehalten in gewassen te hoog oplopen.

## 8.2 Omrekeningsfactoren

In bijlage 3 wordt voor elk van de beschouwde groentesoorten weergegeven wat hiervan het mediane cadmium- lood en kwikgehalte is volgens het contaminantenboekje (Staarink & Hakkenbrak, 1991). In enkele gevallen is een aanname gedaan, omdat een gemiddeld gehalte niet bekend was. Voor een nadere beschrijving van deze aannames wordt verwezen naar de genoemde bijlage.

In bijlage 5 is voor elk van de beschouwde leeftijdsgroepen weergegeven wat de omrekeningsfactor is waarmee het mediane gehalte van elk van de stoffen cadmium, lood en kwik van iedere beschouwde groentesoort vermenigvuldigd moet worden om het maximale gehalte te berekenen (dat wil zeggen het gehalte waarbij volgens dit model nog juist geen sprake zou zijn van een overschrijding van de TDI door de betreffende leeftijdsgroep. Met behulp van de gecombineerde gegevens uit de bijlagen 3 en 5 kan in principe voor ieder gewas worden berekend wat het maximale gehalte aan cadmium, lood en kwik zou mogen zijn wanneer dit gewas als proefgewas zou worden ingezet. Niet ieder gewas leent zich echter even goed als proefgewas; zie §9.3. Daarnaast dient men er rekening mee te houden,

dat de proefgewassen de Warenwetnormen niet mogen overschrijden; deze zijn vermeld in bijlage 6.

## 9 CONCLUSIES EN AANDACHTSPUNTEN

### 9.1 Algemene aandachtspunten

Volkstuinieren kan risico's voor de volksgezondheid met zich meebrengen, vooral wanneer volkstuinders veel groente uit dezelfde tuin consumeren. Eventueel verhoogde gehalten van toxische stoffen in een tuin kunnen er toe leiden dat de meeste groenten in die tuin een verhoogd gehalte van die stof vertonen. Een volkstuinder kan dan gemakkelijk te veel van die stof binnenkrijgen. Om te voorkomen dat volkstuinders via de groenten uit hun volkstuin aan te grote hoeveelheden toxische stoffen worden blootgesteld, dienen gemeenten ervoor te zorgen dat de locaties voor volkstuinencomplexen aan bepaalde veiligheids-eisen voldoen. Hieronder worden enige aandachtspunten geformuleerd die van belang zijn bij onderzoeken van de geschiktheid van nieuwe locaties voor de vestiging van een volkstuinencomplex. Ook bestaande volkstuinencomplexen kunnen aan deze criteria worden getoetst.

#### 9.1.1 De ligging van de locatie

De ligging van de locatie is van belang in verband met verontreinigingen die via de lucht, de bodem of het gietwater door de gewassen kunnen worden opgenomen of aan de buitenkant tegen de gewassen kunnen worden afgezet.

Depositie vanuit de *lucht* kan niet alleen aanleiding geven tot bodemverontreiniging, en vervolgens door het gewas worden opgenomen, maar kan ook direct op de plant terecht komen. Sommige verontreinigingen (bv. kwik) kunnen via de bladeren worden opgenomen, andere stoffen (bv. lood) worden aan de buitenkant tegen het gewas afgezet. Verwijdering van de verontreiniging door het wassen van de groente is lang niet altijd goed mogelijk. Depositie vanuit de lucht is dus een belangrijke bron van verontreiniging, waarover bodemonderzoek onvoldoende informatie biedt.

De *bodem* kan worden verontreinigd via depositie vanuit de lucht of via doorsijpeling vanuit verontreinigde bedrijfsterreinen.

Wanneer de *waterbodems* van sloten of vaarten die grenzen aan een volkstuinencomplex verontreinigd zijn, zullen deze verontreinigingen bij het uitbaggeren van deze sloten of vaarten met de bagger op de slootkant worden gedeponeerd, en hiermee in voorkomende gevallen over het land worden verspreid. Hierdoor kan lokale bodemverontreiniging optreden.

Het *gietwater* voor volkstuinen wordt vaak betrokken uit aangrenzende sloten of vaarten. Wanneer dit water verontreinigd is, kunnen de verontreinigingen via de wortels of de bladeren in of op de plant terecht komen. Locaties die grenzen aan verontreinigd oppervlaktewater zijn daarom niet geschikt voor de vestiging van een volkstuinencomplex, tenzij het gietwater elders wordt betrokken. Als richtlijn voor de eisen waaraan gietwater voor volkstuinen dient te voldoen, kan gebruik worden gemaakt van de attenderingswaarden voor beregeningswater voor groente, zoals die zijn geformuleerd door het Informatie- en

Kenniscentrum Akker- en Tuinbouw (KC-AT-Huinink). Deze waarden zijn vermeld in box 1 (p. 10).

*In box 2 en 3 (p. 12 en 13) worden voorbeelden gegeven van lokaties die op grond van hun ligging als risicovol kunnen worden aangeduid.*

#### 9.1.2 De voorgeschiedenis van de locatie

De grote variatie in herkomst van de locaties waarop volkstuinen zijn gevestigd brengt extra onzekerheden met zich mee wat betreft het gehalte aan toxische stoffen in de bodem. De aard van de stoffen die verwacht kunnen worden is sterk afhankelijk van de voorgeschiedenis van de bodem. Ook wanneer een algemeen bodemonderzoek wordt uitgevoerd wordt de bodem op lang niet alle mogelijke stoffen onderzocht die hierin door toedoen van de mens terecht kunnen zijn gekomen. Een gedegen historisch onderzoek naar de voorgeschiedenis van de bodem is daarom van groot belang. Alleen zo kan een beeld worden verkregen van de stoffen die op de betreffende locatie verwacht kunnen worden. Daarbij moet worden bedacht, dat persistente stoffen die meer dan een eeuw geleden in de bodem terecht zijn gekomen, nog duidelijk aantoonbaar aanwezig kunnen zijn.

*In box 2 en 3 (p. 12 en 13) worden voorbeelden gegeven van locaties die op grond van hun voorgeschiedenis als risicovol kunnen worden aangemerkt.*

#### 9.1.3 Bodemparameters

De mate waarin zware metalen door planten uit de bodem kunnen worden opgenomen is in sterke mate afhankelijk van de *zuurgraad van de bodem*: hoe zuurder de bodem, hoe meer opname. Bij een lage pH kunnen gewassen zelfs uit niet verontreinigde bodems zodanige hoeveelheden zware metalen opnemen dat zij niet meer geschikt zijn voor consumptie. Het is daarom van groot belang, dat de zuurgraad van de bodem door bekalken op het juiste peil wordt gebracht en gehouden. De ideale zuurgraad is afhankelijk van de bodems soort. Ook een te hoge pH is niet gunstig, o.a. omdat daarbij mangaangebrek kan optreden, en omdat mineralen die de plant nodig heeft hierdoor in de bodem worden gefixeerd, waardoor zij niet beschikbaar zijn voor de plant. De mate waarin eventueel bekalkt wordt dient dus nauwkeurig te worden afgestemd op de actuele toestand van de bodem. Een onderzoek naar de pH-bodem, gecombineerd met een bekalkingsadvies, is hierbij onontbeerlijk.

Omdat de opname van zware metalen sterk toeneemt met dalende pH, en omdat de opname van vooral cadmium door voedingsgewassen reeds nu op veel plaatsen in Nederland zorgwekkend is, dient de aanbevolen pH bij voorkeur niet – en in geen geval in belangrijke mate – onderschreden te worden.

Bij een te hoge *grondwaterstand* nemen gewassen meer zware metalen uit de bodem op dan wanneer de grondwaterstand normaal is. Dit heeft te maken met het feit, dat de bewortelingsdiepte in dat geval kleiner is, en dat beworteling daardoor voornamelijk plaatsvindt in de bovenste bodemlaag, die in het algemeen het meest verontreinigd is. Een goede drainage van volkstuinen is daarom van groot belang. Dit is een aandachtspunt voor zowel gemeenten als voor de beheerders van volkstuincomplexen.

#### 9.1.4 Informatieverstrekking aan volkstuinders

Volkstuinders hebben zelf een belangrijke invloed op de mate waarin het volkstuinieren voor hen gezondheidsrisico's met zich meebrengt. Juist wanneer de gewassen licht

verhoogde gehalten van bepaalde verontreinigingen bevatten, kan alleen al het opvolgen van het advies 'eet matig en gevarieerd uit eigen tuin' (Lexmond & Boekhold, 1993) een belangrijke vermindering van de belasting met die verontreinigingen met zich meebrengen. Dit geldt in versterkte mate, wanneer volkstuinders ervan op de hoogte zijn welke gewassen een verhoogd risico lopen relatief sterk verontreinigd te zijn. Daarnaast is het van belang dat de gewassen goed gewassen worden, ook wanneer zij niet bespoten zijn. Wanneer een volkstuin in de buurt van een weg gelegen is, kan de aanplant van een haag tussen tuin en weg de loodbelasting via depositie iets verminderen (Mak *et al.*, 1982).

Daarnaast kan de landbouwkundige zorg die de volkstuinder aan zijn tuin besteedt van grote invloed zijn op het gehalte van eventuele verontreinigingen in de geteelde gewassen. Een te lage pH en een slechte bemestingstoestand van de bodem zijn risicofactoren die de volkstuinder in principe in de hand heeft, maar waarvan hij het belang niet altijd juist zal inschatten. Het is aan te bevelen dat volkstuinders eens per 4 jaar een bodemonmonster laten onderzoeken op pH en bemestingstoestand, en op basis hiervan door bekalking en bemesting zorgen voor een juiste pH en bemestingstoestand van de bodem. Een brochure met informatie en vuistregels over de bekalking en bemesting van volkstuinen is op aanvraag verkrijgbaar bij het AVVN (Bartlema, 1990). Bij deze instantie kan tevens informatie worden ingewonnen over het voor een gering bedrag laten uitvoeren van een eenvoudig bodemonderzoek.

## 9.2 Aanbevelingen

Er zijn maar weinig vormen van bodemgebruik waarbij de kwaliteit van de bodem van zo groot belang is als bij volkstuinieren. Dit betekent dat de bodem bij voorkeur moet voldoen aan de streefwaarden (*c.q.* referentiewaarden).

Bij het toetsen van de geschiktheid van een nieuwe of bestaande locatie voor een volkstuinencomplex dienen in ieder geval plaats te vinden:

- een kritische analyse van de ligging van de betreffende locatie ten opzichte van mogelijke bronnen van verontreiniging;
- een zorgvuldige analyse van de voorgeschiedenis van het terrein.

Indien de ligging of de voorgeschiedenis van het terrein aanleiding kunnen geven tot de aanwezigheid van één of meer specifieke contaminanten in de bodem dient tevens plaats te vinden:

- een aanvullend bodemonderzoek m.b.t. de betreffende stoffen.

Voor wat betreft volkstuinen die gelegen zijn langs drukke wegen: in het nabije verleden werd de consumptie van bladgroenten die geteeld waren binnen 50 meter afstand van druk bereden autowegen ontraden vanwege een te hoge belasting met atmosferisch lood (Henkens, 1989). Hoewel de loodbelasting sinds de grootschalige invoer van loodvrije benzine afneemt, blijft voorzichtigheid voorlopig geboden, en moeten locaties die binnen 100 m van een druk bereden weg zijn gelegen worden bestempeld als aandachtsgebieden, waar alleen gewasonderzoek uitsluitsel kan geven over de daadwerkelijke risico's.

### 9.3 Gewasonderzoek

Indien uit bodemonderzoek blijkt dat voor één of meer stoffen de streefwaarde wordt overschreden, of indien vanwege de ligging van het terrein kan worden verwacht dat er mogelijk sprake zal zijn van depositie van toxische stoffen, dienen proefgewassen te worden ingezet ten behoeve van gewasonderzoek. Welke gewassen geschikt zijn als proefgewas is afhankelijk van de te onderzoeken verontreiniging. Voorwaarde is, dat de te kiezen proefgewassen de te analyseren verontreiniging in relatief hoge mate accumuleren. Daarnaast is het gewenst – maar niet altijd mogelijk – een gewassen te kiezen waarvan is aangetoond dat het gehalte van de betreffende stof in de plant een zekere mate van afhankelijkheid van de meest risicovolle omgevingsfactoren (bodemgehalte, depositie) vertoont. Voor zware metalen vormen bladgewassen (vooral spinazie en andijvie) in het algemeen de beste keus.

De gehalten in de proefgewassen dienen te worden getoetst aan vooraf vastgestelde criteria. Hoewel het gebruikelijk is om de warenwetnorm als criterium te hanteren, is dit in het geval van volkstuinen niet aan te bevelen. Uit dit onderzoek is gebleken dat de warenwetnormen de gemiddelde volkstuinder niet altijd voldoende bescherming bieden, en dat met name de bescherming van jonge kinderen tegen overschrijding van de TDI voor lood sterk onvoldoende is. Welke niveaus men wel nastreeft is afhankelijk van de subpopulaties die men wil beschermen tegen een mogelijke overschrijding van de TDI. Dit is in principe een politieke keuze. In dit rapport wordt een voorstel gedaan voor een manier waarop deze keuze gemaakt kan worden, op basis van de toxicologische eigenschappen van de beschouwde stoffen. Uitgangspunt hierbij is, dat de aanbevolen gewassignaalgehalten bescherming bieden aan het overgrote deel van de volkstinders, en van de gevoelige groepen binnen de volkstinderspopulatie. Ter vergelijking worden ook de gewassignaalwaarden genoemd die bescherming zouden bieden aan de gemiddelde volkstuinder. De gegevens die nodig zijn om te berekenen hoe andere subpopulaties beschermd kunnen worden in bijlage 5 vermeld. Hieronder wordt voor elk van de beschouwde metalen de gemaakte keuze gemotiveerd.

#### 9.3.1 Cadmium

Voor cadmium geldt, dat de schadelijke effecten zich in het algemeen pas op termijn voordoen. Een tijdelijke overschrijding van de TDI wordt niet als schadelijk beschouwd. Cadmium is een element dat accumuleert in het lichaam. Wanneer de TDI jarenlang structureel wordt overschreden, kunnen zich op latere leeftijd gezondheidsproblemen voordoen in de vorm van nier- en/of botafwijkingen. Een tijdelijk verhoogde blootstelling aan cadmium in de kinderleeftijd heeft dus niet per definitie een probleem te zijn, wanneer deze verhoogde blootstelling op latere leeftijd wordt gecompenseerd door een blootstellingsniveau dat beduidend onder de TDI ligt. De JECFA (1989) stelt dat de totale inname gedurende 50 jaar de grens van 1 µg cadmium per kg lichaamsgewicht per dag niet mag overschrijden. Daarom is voor cadmium een andere benadering gekozen dan voor lood: niet de blootstelling van de meest gevoelige leeftijdsgroep, maar de geaccumuleerde blootstelling gedurende het eerste tot en met het vijftigste levensjaar is als criterium gehanteerd. Alleen wanneer de geaccumuleerde blootstelling duidt op een gemiddelde overschrijding van de TDI, wordt deze als te hoog beschouwd. Een overschrijding van de TDI gedurende de kinderjaren wordt in deze benadering dus geaccepteerd. Of dit daadwerkelijk acceptabel is, of dat het in strijd is met de definitie van of zelfs het idee achter de TDI, is discutabel. Een bescherming van alle gevoelige groepen tegen een

gemiddelde overschrijding van de TDI lijkt op dit moment echter niet haalbaar, omdat zelfs commercieel verkochte groenten daarvoor gemiddeld te veel cadmium bevatten. Het lijkt niet reëel om van groente die afkomstig is uit volkstuinen te eisen dat de cadmiumgehalten lager zijn dan de cadmiumgehalten van de gemiddelde groente 'uit de winkel'. Wanneer men als uitgangspunt hanteert dat ook jonge kinderen tegen een gemiddelde overschrijding van de TDI beschermd dienen te worden lijkt een maatregel die ook kinderen van niet-volkstuinders beschermt – bijvoorbeeld het geven van voedingsadviezen, waarin het eten van de meest cadmium-gevoelige gewassen in de kinderjaren wordt afgeraden – een reëlere optie.

Ook bij de hier beschreven benadering is het mogelijk te kiezen voor de bescherming van gevoelige groepen, zoals vegetariërs, grote eters, of zelfs grote eters met een vegetarische levenswijze. Bij deze keuze moet het belang van de bescherming van reële subpopulaties worden afgewogen tegen de waarschijnlijkheid dat mensen werkelijk 50 jaar lang tot deze subpopulatie behoren. Het lijkt niet erg waarschijnlijk dat iemand die levenslang vegetariër is én een grote eter, ook 50 jaar lang al zijn groente uit dezelfde volkstuin betreft. Als 'reële worst case-benadering' is hier gekozen voor de bescherming van de gemiddelde vegetariër die 50 jaar lang 'uit de volkstuin' eet.

### 9.3.2 Lood

Het is algemeen bekend dat een te hoge blootstelling aan lood van kleine kinderen op korte termijn kan resulteren in gezondheidsschade in de vorm van vermindering van het leervermogen (JECFA, 1986; 1989; zie bijvoorbeeld ook Copius Peereboom & Reijnders, 1987). Een relatief kortdurende overschrijding van de TDI – bijvoorbeeld gedurende enkele jaren – moet voor kleine kinderen dus als potentieel schadelijk worden beschouwd. De bescherming van de meest gevoelige subpopulatie – kinderen van 1 tot 3 jaar – wordt hier daarom als uitgangspunt gehanteerd. Binnen deze subpopulatie bevindt zich wederom een risicogroep: de grote aardappel- en groente-eters. In onderstaande benadering is er voor gekozen om ook deze groep tot op zekere hoogte te beschermen tegen een gemiddelde overschrijding van de TDI. Als uitgangspunt is voor de consumptie van zowel aardappelen als groenten de 95-percentielswaarde gehanteerd. Dit houdt in dat in theorie minimaal 95 procent van de één- tot driejarigen door de beschreven maatregelen wordt beschermd. De 5 procent die niet beschermd wordt bestaat uit die kinderen die meer aardappelen en groente eten dan de overige 95 procent van hun leeftijdgenootjes.

Een complicerende factor bij het vaststellen van de maximale loodconcentratie van aardappelen en groente is, dat uit de berekeningen die voor dit doel werden gemaakt bleek, dat ook kinderen die alleen commercieel verkochte aardappelen en groente eten de TDI voor lood gemiddeld overschrijden. Nadere analyse leert, dat dit niet zozeer te wijten is aan lood dat zij via aardappelen en groente binnenkrijgen, maar vooral door de inname van loodhoudende gronddeeltjes via hand-mondgedrag. Om jonge kinderen te beschermen tegen een te hoge loodblootstelling, lijken maatregelen die betrekking hebben op deze blootstellingsroute dus dringend gewenst. Niettemin moet uiteraard eveneens worden voorkomen dat kinderen via andere routes te veel lood binnenkrijgen. Wat in dit kader 'te veel' is, is echter moeilijk te zeggen zolang reeds de achtergrondblootstelling zorgt voor een overschrijding van de TDI: iedere verdere overschrijding is uiteraard 'te veel'. Vermeire *et al.* (1991) hebben er bij het bepalen van de gemiddelde achtergrondblootstelling aan lood voor gekozen om de blootstelling aan gronddeeltjes niet mee te nemen. Deze optie wordt hier niet overgenomen. Als 'tussenoplossing' wordt als uitgangspunt gehanteerd, dat jonge kinderen per persoon gemiddeld niet méér gronddeeltjes binnenkrijgen dan volwassenen.

(De extra blootstelling van jonge kinderen ten gevolge van hand-mondgedrag wordt dus niet meegenomen.) Per kilogram lichaamsgewicht resulteert dit nog steeds in een aanzienlijke blootstelling.

### 9.3.3 Kwik

Voor kwik geldt, dat vis, schaal- en schelpdieren de belangrijkste blootstellingsroute vormen. Daarnaast bepalen echter ook aardappelen en groenten een aanzienlijk deel van de blootstelling. Aangezien de gemiddelde blootstelling ook voor de meest kwetsbare bevolkingsgroep echter ver onder de TDI blijft, zal een verhoging van het gemiddelde kwikgehalte van aardappelen en groente echter niet snel aanleiding geven tot een overschrijding van de TDI. Het voorkomen van extreem hoge kwikgehalten in voedingsgewassen moeten uiteraard wel worden vermeden. Bij een gemiddelde achtergrondblootstelling bieden de warenwetnormen hiertegen echter ook voor de gevoelige groepen voldoende bescherming, wanneer spinazie of andijvie als proefgewas dient.

## 9.4 Gewassignaalgelalten

Analoog aan de LAC-Signaalwaarden voor landbouwgronden worden in dit rapport gewassignaalgelalten voor de zware metalen lood, cadmium en kwik beschreven voor enkele gewassen die op grond van hun opnamepatroon geschikt worden geacht voor het verrichten van gewasonderzoek. Het *gewassignaalgelalte* heeft niet de status van een norm, zoals de warenwetnorm. Evenmin vormt het feit dat proefgewassen de gewassignaalgelalten niet overschrijden een absolute garantie dat er geen gevaar meer bestaat dat de TDI wordt overschreden. Er zijn bij het opstellen van de gewassignaalgelalten aannames gemaakt over onder meer de verhouding tussen de gelalten van een metaal in verschillende gewassen, en over het consumptiepatroon van de gemiddelde volkstuerder. Daarnaast vertonen de experimentele gewasonderzoeken zelf een grote spreiding in uitkomst.

*Het gewassignaalgelalte van een stof geeft de concentratie van die stof in een proefgewas aan, waarboven maatregelen ter bescherming van de volksgezondheid gewenst zijn.*

Het betreft het gelalte van een gewas nadat dit is gewassen, en ontdaan is van de buitenste bladeren en de oneetbare delen.

Bij maatregelen kan voor nieuwe locaties worden gedacht aan het zoeken van een alternatieve locatie, en bij bestaande locaties aan teeltmaatregelen en voedingsadviezen (bijvoorbeeld het afraden van de consumptie van bepaalde gewassen). Indien een te lage pH van de bodem de oorzaak lijkt te vormen, kan in eerste instantie worden volstaan met het op peil brengen hiervan door bekalking. Verstrekking van informatie en adviezen hierover aan (toekomstige) volkstuerders – ook in verband met toekomstig bodembeheer – is in dit geval uiteraard van groot belang.

In tabel 9.1, 9.2 en 9.3 worden de afgeleide gewassignaalgelalten voor de metalen cadmium, lood en kwik gegeven voor twee proefgewassen, berekend volgens de hierboven geschetste methode. Ter vergelijking zijn voor de betreffende gewassen tevens de warenwetnorm, het mediane gelalte en de spreiding van de gelalten zoals die bij onderzoek in het commercieel geteelde gewas zijn aangetroffen vermeld.

TABEL 9.1 De berekende gewassignaalgehalten voor cadmium voor de in volkstuinen gekweekte proefgewassen spinazie en andijvie ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  versgewicht)

	spinazie	andijvie
gewassignaalgehalte voor groente uit volkstuinen	<b>200</b>	<b>150</b>
warenwetnorm	200	200
mediaangehalte	30	17
spreiding (aantal monsters)	5-62 (38)	6-68 (41)

TABEL 9.2 De berekende gewassignaalgehalten voor lood voor de in volkstuinen gekweekte proefgewassen andijvie en boerenkool ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  versgewicht)

	andijvie	boerenkool
gewassignaalgehalte voor groente uit volkstuinen	<b>55</b>	<b>1470</b>
warenwetnorm	500	2500
mediaangehalte	16	440
spreiding (aantal monsters)	tot 40 (41)	210-850

TABEL 9.3 De gewassignaalgehalten voor kwik voor de in volkstuinen gekweekte de proefgewassen spinazie en andijvie ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  versgewicht). Voor deze gewassen zijn de gewassignaalgehalten gelijk aan de warenwetnormen.

	spinazie	andijvie
gewassignaalgehalte voor groente uit volkstuinen	<b>30</b>	<b>30</b>
warenwetnorm	30	30
mediaangehalte	5	4*
spreiding (aantal monsters)	1-29 (5)	—

\* Eigen schatting op basis van de mediaangehalten van spinazie ( $5\mu\text{g}/\text{kg}$ ) en sla ( $2\mu\text{g}/\text{kg}$ ).

Uit tabel 9.2 blijkt, dat de voorgestelde gewassignaalwaarde voor lood ver onder de Warenwetnorm ligt. De oorzaak hiervan is gelegen in het feit dat er voor lood voor gekozen is de gevoelige groep van 1- tot 3-jarigen te beschermen, en wel tot het 95-percentiel van de grootste aardappel- en groente-eters. Ter vergelijking zijn in tabel 9.4 de gewassignaal-

waarden vermeld zoals die kunnen worden berekend voor de gemiddelde volkstuinder. Voor lood blijken de Warenwettenormen voor andijvie en boerenkool de gemiddelde volkstuinder wel voldoende bescherming te bieden, hetgeen een opvallend contrast vormt met de situatie voor 1- tot 3-jarige kinderen. Het hanteren van deze waarde betekent echter in de praktijk, dat de bescherming van gevoelige groepen niet gegarandeerd is, en dat van de totale groep volkstuinders naar verwachting ongeveer de helft wordt beschermd.

TABEL 9.4 Gewassignaalgelaten voor gemiddelde volkstuinders (1-77 jaar) ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  versgewicht)

	cadmium	lood	kwik
spinazie	200		30
andijvie	177	500	30
boerenkool		2500	

Benadrukt moet worden, dat – ook wanneer de gehalten van de proefgewassen onder de gewassignaalgelaten blijven – een goed beheer van de bodem (zuurgraad, bemestingstoestand) en een gevarieerde en matige consumptie uit eigen tuin van groot belang zijn. Wat dit laatste betreft geldt voor zware metalen dat met name een hoge consumptie van zelfgeteelde bladgewassen (sla, andijvie, spinazie) en boerenkool moet worden afgeraden, vooral voor jonge kinderen.

## 10 DISCUSSIE

Uit dit onderzoek is gebleken dat men uit de gehalten van contaminanten in de bodem niet kan afleiden of een locatie geschikt is voor het vestigen van een volkstuinencomplex. Ten eerste is het verband tussen het gehalte van een stof in de bodem en mate waarin die stof door gewassen wordt opgenomen van zoveel toevallige factoren afhankelijk, dat hiervoor geen algemene regels gegeven kunnen worden. Ten tweede is het gehalte van een stof in een gewas maar ten dele afhankelijk van de mate waarin die stof uit de bodem wordt opgenomen; depositie kan daarnaast een zeer belangrijke – zo niet de belangrijkste – rol spelen. Met het oog op deze gegevens – die uiteraard niet alleen betrekking hebben op volkstuinen – kunnen de LAC-Signaalwaarden voor landbouwgronden met enige scepsis worden bezien. Waarmee overigens geenszins gezegd is dat de Nederlandse consument onvoldoende beschermd zou zijn; bij de bescherming van de volksgezondheid spelen de Warenwetnormen uiteindelijk nog altijd de belangrijkste rol.

Om te bepalen of een locatie geschikt is voor het vestigen van een volkstuinencomplex zullen in een aantal gevallen – wanneer de locatie op grond van ligging, voorgeschiedenis of overschrijding van één of meer streefwaarden voor bodem als verdacht moet worden beschouwd – proefgewassen moeten worden ingezet ten behoeve van gewasonderzoek. Dit gewasonderzoek dient door een betrouwbaar instituut te worden uitgevoerd. Een protocol voor gewasonderzoek – analoog aan het bestaande protocol voor bodemonderzoek (NVN 5740, Nederlands Normalisatie-Instituut, 1991) – zou wat dit betreft in een behoefte voorzien.

Het voldoen van de proefgewassen aan de Warenwetnormen biedt niet in alle gevallen voldoende garantie dat volkstuinders hiermee in het algemeen beschermd zijn tegen het binnenkrijgen van te grote hoeveelheden contaminanten. Van de stoffen cadmium, lood en kwik verdient wat dit betreft vooral lood de aandacht. Omdat lood vooral bij jonge kinderen gezondheidsschade teweeg kan brengen is het belangrijk dat juist deze groep voor wat betreft de bescherming tegen een te hoge inname extra aandacht krijgt. Kinderen van 1-3 jaar blijken op grond van de in dit onderzoek gemaakte aannames gemiddeld genomen de TDI – en daarmee tevens de door de FAO/WHO opgestelde PTWI – te overschrijden. Deze overschrijding kan vrijwel geheel worden toegeschreven aan de inname van met lood verontreinigde grond- en stofdeeltjes. Het gaat hierbij niet om grond- en stofdeeltjes die bij het spelen in de volkstuin zijn ingenomen, maar om de gemiddelde achtergrondblootstelling van deze kinderen. Hierbij dient echter vermeld te worden dat de gegevens omtrent de hoeveelheden grond- en stofdeeltjes die kinderen gemiddeld binnenkrijgen uiterst onzeker zijn, en dat voor wat betreft het loodgehalte van deze grond- en stofdeeltjes in de berekeningen is uitgegaan van het gemiddelde loodgehalte van de bodem in enkele binnensteden. Bij onderzoek naar bloedloodgehalten van jonge kinderen worden vrijwel nooit verhoogde gehalten gevonden. Er lijkt dus sprake te zijn van een discrepantie tussen gegevens over loodinnname (onder meer via ingestie van grond- en stofdeeltjes), de hoogte van de TDI en het bloedloodgehalte. Nader onderzoek lijkt gewenst. Voor wat betreft cadmium is in dit onderzoek als uitgangspunt gehanteerd, dat een overschrijding van de TDI gedurende de kinderjaren acceptabel is, wanneer de TDI over de eerste 50 levensjaren gemiddeld niet wordt overschreden. De WHO zegt over de overschrijding van de ADI – waarvan de definitie gelijk is aan die van de TDI – het volgende:

'ADI's zijn slechts bedoeld als richtlijnen, en mogen, na het consulteren van experts, worden overschreden in omstandigheden waarin deze overschrijding belangrijke voordelen oplevert. Naar de mening van de Commissie is de veiligheidsmarge van de ADI voldoende groot om te kunnen verzekeren dat het zo nu en dan overschrijden hiervan geen reden tot al te grote bezorgdheid behoeft te vormen, wanneer de gemiddelde inname over langere tijdsperiodes de ADI niet overschrijdt.' (WHO, 1974; eigen vertaling)

Als alternatief voor de Warenwetnorm worden in dit rapport zogenaamde 'gewassignaalgehalten' geformuleerd als maximale gehalten voor proefgewassen. Op grond van het beschreven onderzoek wordt verwacht dat de inname van de beoogde doelgroep nog juist onder de TDI blijft wanneer het gewassignaalgehalte niet wordt overschreden. Bij deze verwachting moeten echter enkele kanttekeningen worden geplaatst. Er zijn in dit rapport veel aannames gemaakt omtrent consumptiepatronen, grondingestie etc. Dit brengt uiteraard onzekerheden met zich mee. Zo variëren de schattingen in de literatuur met betrekking tot de hoeveelheid grond die jonge kinderen dagelijks binnenkrijgen sterk, en is naar de grondingestie van volwassenen niet of nauwelijks onderzoek verricht. Ook van de mediane gehalten van zware metalen in groenten en andere voedingsmiddelen worden in de literatuur sterk uiteenlopende schattingen gegeven. De keuze van de gebruikte bron (*Het Contaminantenboekje*, Staarink & Hakkenbrak, 1991) is daardoor in hoge mate bepalend geweest voor de kwantitatieve uitkomsten van het onderzoek. De aanname dat de verhouding tussen de gehalten van zware metalen in gewassen gelijk is aan de verhouding tussen de mediane gehalten in commercieel verkochte gewassen is bovendien een sterke versimpeling van de werkelijkheid. In werkelijkheid zullen de verhoudingen van deze stoffen in diverse gewassen afhankelijk van de situatie zijn, en van tuin tot tuin verschillen. De berekende gewassignaalgehalten moeten dan ook met nadruk worden beschouwd als een indicatie. Mede met het oog op de onzekerheid van de verhouding waarin de onderzochte stoffen voorkomen in de diverse gewassen is de keuze van de juiste proefgewassen van groot belang: bij een onjuiste keuze is de kans groot dat er andere gewassen zijn die een hoger gehalte van de beschouwde stof bevatten dan men op grond van de aanname omtrent de verhoudingen tussen de gewassen zou verwachten. Daarom dienen als proefgewassen altijd gewassen te worden gekozen waarin een relatief sterke accumulatie van de te onderzoeken stof wordt verwacht. Met betrekking tot de mediane gehalten van contaminanten in voedingsmiddelen, zou een afstemming van de onderzochte categorieën voedingsmiddelen met de categorieën die in de voedselconsumptiepeiling (VCP) worden gebruikt voordelen bieden. Blootstellingsberekeningen zouden dan op een simpele en eenduidige manier kunnen plaatsvinden. Bij onderlinge verschillen tussen bepalingen van een bepaalde stof in een bepaald gewas is een algemeen geaccepteerde aanbeveling omtrent het gehalte dat het best als uitgangspunt gehanteerd kan worden gewenst.

Ook wanneer een locatie in principe geschikt lijkt voor het vestigen van een volkstuinencomplex betekent dit niet dat de gewassen uit deze tuin geen verhoogde gehalten contaminanten zullen bevatten. Naast de keuze van de locatie is een goed beheer van groot belang. Wanneer de bodem te zuur is, wanneer onvoldoende of onjuiste bemesting plaatsvindt of wanneer de drainage van het terrein te wensen overlaat, kunnen de hierop geteelde gewassen toch nog een te hoge opname van contaminanten vertonen. Het is daarom van groot belang dat de volkstuinder goed wordt voorgelicht omtrent de gewenste beheersmaatregelen. Overheden en volkstuinverenigingen dienen hieraan ieder hun steentje bij te dragen, zodat de volkstuinders niet aan hun lot worden overgelaten. Daarnaast zijn sommige beheersmaatregelen – zoals het aanleggen van een goed drainagestelsel – eerder een taak van overheden en volkstuinverenigingen dan van individuele volkstuinders.

In dit rapport is alleen aandacht besteed aan de stoffen cadmium, lood en kwik. Dit betekent geenszins dat andere stoffen geen aandacht behoeven, of minder gevaar voor de volksgezondheid opleveren. Andere stoffen, zoals PAK's en (persistente) bestrijdingsmiddelen, zouden in een vervolgonderzoek nader aandacht kunnen krijgen. Ook overheden en volkstuinverenigingen dienen rekening te houden met de gevaren voor de volksgezondheid die deze stoffen kunnen opleveren wanneer zij in de bodem aanwezig zijn of via depositie op het gewas kunnen neerslaan.

## LITERATUUR

- Bartlema, H. (1990) *Hoe krijg ik gezonde planten door juiste bemesting? Handleiding milieubewust bemesten voor amateurtuinders*. AVVN, Almere.
- Berg, R. van den (1991) *Blootstelling van de mens aan bodemverontreiniging. Een kwalitatieve en kwantitatieve analyse, leidend tot voorstellen voor humaan toxicologische C-toetsingswaarden*. RIVM rapport 725201006, RIVM, Bilthoven.
- Berge, W. ten (1990) *SOILRISK. Human exposure assessment to soil contaminants.*, DSM memo 1527/90 CVDM d.d. 27-02-90, DSM, Geleen.
- Bockting, G. & R. van den Berg (1992) *De accumulatie van sporenelementen in groenten geteeld op verontreinigde bodems. Een literatuurstudie*, RIVM rapport 725201009, RIVM, Bilthoven.
- Broekema, J.W. (1983) *Bodemverontreiniging en voedingsgewassen*, Provinciale Waterstaat Zuid-Holland, afd. Milieu.
- CBS (1982) *Vademecum gezondheidsstatistiek 1982*, Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.
- CBS (1993(a)), *Statistisch jaarboek 1993*, CBS Publikaties, Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.
- CBS (1993(b)) *Vademecum gezondheidsstatistiek Nederland 1993*, SDU-uitgeverij, 's-Gravenhage.
- CBRX (1991) *Metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische stoffen in het Biologisch milieu in Nederland 1990*, RIVM, Bilthoven.
- Clausing, P., B. Brunekreef & J. van Wijnen (1989) *Een schatting van de ingestie van bodem- en stofdeeltjes door jonge kinderen*, Landbouwniversiteit, Wageningen.
- Copius Peereboom & Reijnders (1986) *Hoe gevaarlijk zijn milieugevaarlijke stoffen?*, Boom Meppel, Amsterdam.
- Dalenberg, J.W. & W. van Driel (1992) *De directe bijdrage van Pb en Cd in atmosferische depositie aan de Pb- en Cd-belasting van gras, spinazie, waspeen en tarwe in een zandige zavelgrond*, IB Nota 255, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren.
- Ellen, G & J.J.G. Kliest (1989) *Cadmium in groenten uit volkstuinjes: een zure kwestie!*, Berichten uit RIVM 1988: 306-310.
- Es, P.M. van der & C. Kistemaker (1989) *De consumptie van produkten in grammen en de bijdrage aan de vetinneming. Voedselconsumptiepeiling 1987-1988. (Tweede versie)*, TNO-rapport V89.494, CIVO-TNO, Zeist.
- FAO (1975(a)) *Plant Production and Protection Series 1*, FAO, Geneve.
- FAO (1975(b)) *1975-Meeting*, FAO Plant Production and Protection Series, FAO, Rome.
- FAO/WHO (1983) *Guidelines for the Study of Dietary Intakes of Chemical Contaminants*, GEMS: Global Environmental Monitoring System, WHO, Geneve.
- Haan, S. de, H. Rethfeld & W. van Driel (1985) *Acceptable levels of heavy metals (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) in soils, depending on their clay and humus content and cation-exchange capacity*, IB rapport 9-85, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren.
- Henkens, Ch. H. (1983) *De landbouwkundige consequenties van de cadmiumnormen*, *Bedrijfsontwikkeling* 14: 504-507.
- Henkens, Ch.H. & K.W. Smilde (1989) *Opneming en accumulatie van zware metalen door planten*, IB overdruk 1325, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren.
- Huinink, J., *Attenderingswaarden voor waterkwaliteit* (niet uitgegeven).

- Hulshof, P.J.M. (1988) *De groenteconsumptie van volkstuinders*. Staattoezicht op de Volksgezondheid, Rijswijk.
- Huy, T., B. Scheeper, K. de Schipper & J.P. Zock (1988) *Ontwikkeling van een model ter beoordeling van het extra gezondheidsrisico bij bodemverontreiniging en uitwerking hiervan voor Rotterdamse volkstuinen*. Gezondheidsleer 1988-355, Landbouwniversiteit, Wageningen.
- Ipsa Facto (1988) *Onderzoek naar de vraag naar volkstuinen. Concept eindrapport*, Ipsa Facto, Houten.
- JECFA (1974) Technical Report Series 539.
- JECFA (1987) *Evaluation of certain food additives and contaminants*, Technical Report Series 751.
- JECFA (1986) *Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. Prepared by the 30th meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*, WHO Food Additives Series: 21, IPCS, Cambridge (GB).
- JECFA (1989) *Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. Prepared by the 33rd meeting of the Joint fao/WHO Expert Committee on Food Additives*, WHO Food Additives Series: 24, IPCS, Cambridge (GB).
- Kiekens, L. & R. Camerlynck (1982) *Transfer Characteristics for Uptake of Heavy Metals by Plants*, Landwirtsch. Forsch., Sonderh. 39, Kongressband 1982: 255-261.
- Krasowski, M. & P. Doelman (1990) *Lood in milieu en voeding in Nederland*, CCRX, Leidschendam.
- Landbouwadvisiecommissie Milieukritische Stoffen, Werkgroep Verontreinigde Gronden (1991) *LAC-signaalwaarden*, Ministerie van LNV, 's-Gravenhage.
- Lexmond, T.M. & B. van Luit (1985) *Het loodgehalte van enkele groenten geteeld op met looderts verontreinigde grond. Een nadere analyse van proefplekkenonderzoek in Stein (1984)*, Verslagen en mededelingen 1985-2, Landbouwhogeschool, Vakgroep Bodemkunde en plantevoeding, Wageningen.
- Lexmond, T.M. (1989) De zware-metalenproblematiek in de akker- en tuinbouw, *Landbouwkundig Tijdschrift*, 101 (1989 nr. 2): 32-35.
- Lexmond, T.M. & A.E. Boekhold (1993) Cadmiumproblematiek: gewasnormen en bodemkwaliteitsbeoordeling, *Bodem*, 1993/1: 27-30.
- Luit, B. van en K.W. Smilde (1983) *Onderzoek naar de verontreiniging met cadmium en zink van grond en gewas in de omgeving van zinkfabrieken*, IB overdruk, Bedrijfsontwikkeling 14: 489-493.
- Luit, B. van (1984) Cadmiumopname door gewassen, *Landbouwkundig Tijdschrift*, 96 (1984 nr. 12): 19-20.
- Lune, P. van (1985) *Het bepalen van de relatie tussen het Cd-gehalte in de grond en in consumeerbare plantedelen*, IB rapport 13-85, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren.
- Lune, P. van (1986) *Cadmium en lood in grond en gewas van moestuinen in Nederland*, IB rapport 10-86, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren.
- Lune, P. van (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid Haren), *Grondonderzoek belangrijk voor het telen van gezonde moestuinprodukten* (niet gepubliceerd).
- Lune, P. van (1987) Cadmium en lood in volkstuinen, *Landbouwkundig Tijdschrift*, 99 (1987 nr. 5): 27-29.

- Mak, J.K., R. Smeenge, P. Clausing, A. Boogaard, M. Wijn, P. Duives, J.P. van Soest & C. Roghair (1982) *Lood in volkstuinen: een risico-evaluatie* Gezondheidsleer 121, Landbouwhogeschool Wageningen.
- Meeuwissen, P.C. (1989) *Zware metalen bezorgen landbouw problemen (!). Gehalten in grond en gewassen vaak te hoog*, Boerderij 74 (1989 nr 45): 26-27.
- Mekel, O.C.L. & W.G.H. van der Naald (1990) *Milieu, openlucht recreatie en gezondheid*, CML-mededelingen 66, CML, Leiden.
- Ministerie van wvc & Ministerie van LNV (1988) *Wat eet Nederland. Resultaten van de voedselconsumptiepeiling 1987-1988*, Ministerie van wvc, Rijswijk 1988.
- Smilde, K.W. (1993) *mondelijke mededeling*
- Staarink, T. & P. Hakkenbrak (1991) *Het contaminantenboekje. Een overzicht van stoffen die drink- en eetwaren verontreinigen*, Staatsuitgeverij, Den Haag.
- Staarink, T. (1993) *Mondelijke mededeling*
- Staatscourant, Warenwetregeling normen zware metalen, *Staatscourant*, 40 (26-02-1993): 21.
- Stoop, J.M. & A.J.M. Rennen (1990) *Schadelijke stoffen voor de land- en tuinbouw. Lood*, CLM, Utrecht.
- Vermeire, T.G., M.E. van Apeldoorn, J.C. de Fouw & P.J.C.M. Janssen (1991) *Voorstel voor de humaan-toxicologische onderbouwing van C-(toetsings)waarden*, RIVM rapport 725201005, RIVM, Bilthoven.
- WHO (1972) *Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium*, WHO Technical Report Series 505, WHO, Geneve.
- WHO (1974) WHO Technical Report Series 539, WHO, Geneve.
- WHO (1989) *Evaluation of certain food additives and contaminants. Thirtieth Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*, Technical Report Series 751, WHO, Geneve.
- Wiersma, D., B.J. van Goor en N.G. van der Veen (1985) *Inventarisatie van cadmium, lood, kwik en arseen in Nederlandse gewassen en bijbehorende gronden*, IB rapport 8-85, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren.
- Wijnen, J.H. van (1982) *Beoordeling van het gezondheidsrisico bij een geval van bodemverontreiniging*, Tijdschrift voor Sociale Geneeskunde, 60 (1982 nr. 21): 555-559.
- Willaert, G. & M. Verloo (1988) *Accumulatie van zware metalen in groenten*, 197 (juli-augustus 1988): (Xa)1-(Xa)12.
- Ijkelstam, G.F.P. (1988) *Bijna een kwart miljoen Nederlandse huishoudens heeft een volkstuin*, ICW Mededelingen 59 (Nieuwe Serie) ICW, Wageningen.

# BIJLAGE 1

## LICHAAMSGEWICHTEN PER LEEFTIJDKLASSE

In tabel B1.1 wordt voor elk van de in dit onderzoek beschouwde leeftijdsklassen aangegeven wat het gemiddelde lichaamsgewicht is binnen die leeftijdsklasse. Het betreft gewogen gemiddelden, die bepaald zijn met behulp van gegevens van het CBS m.b.t. lichaamsgewichten en bevolkingsomvang per leeftijdsklasse (CBS, 1982; 1993(1); 1993(2)). De leeftijdsklassen die het CBS hanteert voor de gemiddelde lichaamsgewichten per leeftijdsklasse konden niet rechtstreeks worden gebruikt, omdat hierbij een fijnere onderverdeling in leeftijden wordt gehanteerd. De door het CBS gehanteerde leeftijdsklassen kunnen ten opzichte van de in dit onderzoek gehanteerde klassen worden beschouwd als subklassen. De bijdragen van de diverse subklassen aan de overeenkomstige hoofdklassen is hier gewogen met behulp van de bevolkingsomvang van elk van de betreffende subklassen.

Voor wat betreft de lichaamsgewichten van kinderen waren helaas geen recente gegevens beschikbaar. Hiervoor is daarom noodgedwongen gebruik gemaakt van gegevens uit 1980. De klasse *10-12 jaar* ontbreekt in dit overzicht, omdat deze klasse in dit onderzoek niet apart in beschouwing is genomen.

TABEL B1.1 Gemiddelde lichaamsgewichten per leeftijdsklasse zoals die voor dit onderzoek zijn gebruikt

leeftijdsklasse (jaar)	lichaamsgewicht (kg gemiddeld)	leeftijdsklasse (jaar)	lichaamsgewicht (kg gemiddeld)
1-77	63,4	20-54 (vrouwen)	64,9
1-3	12,6	20-54 (mannen)	78,6
4-6	19,5	55-77 (vrouwen)	69,0
7-9	26,9	55-77 (mannen)	77,7
13-19	58,0		

## BIJLAGE 2

### BLOOTSTELLINGSPARAMETERS

In tabel B 2.1 is vermeld welke blootstellingsparameters bij dit onderzoek als uitgangspunt hebben gediend bij het berekenen van de achtergrondblootstelling.

TABEL B 2.1 Blootstellingsparameters die bij dit onderzoek als uitgangspunt hebben gediend

	leeftijdsklasse (jaar)			
	1-3	4-6	7-9	10-77
drinkwaterconsumptie (l/dag)	1	1	1	2
ademvolume (m <sup>3</sup> /dag)	7,6	10	10	20
passief roken (uur/dag)	2	2	2	2
ingestie van grond- en stofdeeltjes (mg/dag)	150	150	50	50
inname van oppervlaktewater (ml/dag)	50	50	50	50

gebruikte bronnen: Van den Berg, 1990; Ten Berge, 1990; Ros & Sloof, 1990; Van Wijnen, 1982

## BIJLAGE 3

### BLOOTSTELLINGSROUTES

#### Oppervlaktewater

Over de gemiddelde gehalten aan zware metalen in oppervlaktewater is weinig informatie bekend. Wel is voor zowel zoet als zout water informatie beschikbaar over de totaalgehalten (opgelost en gebonden aan zwevend slib) op specifieke meetpunten. Op grond van deze metingen zijn voor dit rapport voorzichtige schattingen gemaakt van de gemiddelde gehalten in zoet en zout oppervlaktewater. Voor wat betreft zout oppervlaktewater is uitgegaan van metingen in het kustwater. Piekkoncentraties zijn in het algemeen niet meegenomen, omdat het uitgangspunt is geweest dat op sterk vervuilde punten (bijvoorbeeld in de Rijn bij Lobith) doorgaans weinig wordt gezwommen. De gebruikte schattingen van de totaalgehalten cadmium, lood en kwik (opgelost en gebonden aan zwevend slib) in zoet en zout oppervlaktewater zijn vermeld in tabel B 3.1.

TABEL B 3.1 Waarden die in dit onderzoek zijn gehanteerd voor de totaalgehalten zware metalen in oppervlaktewater

	totaalgehalte ( $\mu\text{g/l}$ )
cadmium	0,5
lood	5
kwik	0,1

gebruikte bronnen: Ros & Slooff, 1990; Krasowski & Doelman, 1990; CCRX, 1986; CCRX, 1991

#### Lucht

De cadmiumconcentratie in buitenlucht in Nederland bedroeg in 1990 5 ng per  $\text{m}^3$  (CCRX, 1991).

Rokerige binnenlucht bevat ten opzichte van de gemiddelde buitenlucht een verhoogde cadmiumconcentratie. Deze concentratie kan uiteraard sterk variëren, afhankelijk van de omstandigheden. In het Basisdocument Cadmium (Ros & Slooff, 1990) wordt een concentratie van 0,1  $\mu\text{g}$  cadmium per  $\text{m}^3$  genoemd voor de lucht in woningen waar wordt gerookt.

De gemiddelde loodconcentratie in buitenlucht in Nederland bedroeg in 1990 30-80 ng per  $\text{m}^3$  (CCRX, 1991).

In Nederland wordt geen systematisch onderzoek uitgevoerd naar het kwikgehalte in de buitenlucht. In dit onderzoek zijn de resultaten gebruikt van een onderzoek dat is uitgevoerd in de provincie Noord-Holland in 1974 (zie Van der Naald & Liem, 1986).

In tabel B 3.2 is vermeld welke concentraties cadmium, lood en kwik in de lucht voor dit onderzoek als uitgangspunt hebben gediend.

TABEL B 3.2 Waarden die in dit onderzoek zijn gehanteerd voor de concentraties zware metalen in lucht

	concentratie (ng/m <sup>3</sup> )
cadmium (rokerige binnenlucht)	100
(overige lucht)	5
lood	60
kwik	10

### Diverse voedingsmiddelen en drinkwater

Bij het bepalen van de achtergrondblootstelling via voedingsmiddelen is gebruik gemaakt van de categorieën voedingsmiddelen zoals die gehanteerd zijn in de voedselconsumptiepeiling 1987-1988. Deze categorieën komen niet geheel overeen met de categorieën die de CCRX (1991) hanteert in de tabellen waarin de gemiddelde gehalten zware metalen in voedingsmiddelen staan vermeld. Bovendien hanteert de CCRX minder categorieën. Er zijn daarom enkele aannames gemaakt voor wat betreft de gehalten aan de verschillende metalen in de categorieën voedingsmiddelen van de VCP. Bovendien zijn de CCRX-gegevens aangevuld met gegevens uit Het Contaminantenboekje (Staarink & Hakkenbrak, 1991); deze laatste bron hanteert echter mediane in plaats van gemiddelde gehalten. Soms wordt in plaats van het mediane gehalte alleen een bovengrens vermeld, in dat geval is de helft van die bovengrens als mediaan beschouwd. In enkele gevallen zijn gewogen gemiddelden bepaald op grond van specifieke gegevens m.b.t. de VCP (Van Es & Kistemaker, 1989). Voor kwik moesten enkele waarden bij gebrek aan gegevens buiten beschouwing worden gelaten. De gehalten van cadmium, lood en kwik in de diverse categorieën voedingsmiddelen alsmede in drinkwater waarmee in dit onderzoek is gerekend en de gemaakte aannames zijn samengevat in tabel B 3.3. De categorieën 'kruiden en specerijen', 'preparaten' en 'diversen' uit de voedselconsumptiepeiling zijn buiten beschouwing gelaten.

TABEL B 3.3 Waarden die in dit onderzoek zijn gehanteerd voor de gehalten zware metalen in diverse categorieën voedingsmiddelen

categorie volgens VCP	gehalte ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )			categorie uit CCRX-rapport (CCRX) of Contaminantenboekje (CB) die als bron heeft gediend
	Cd	Pb	Hg	
aardappelen en knolgewassen	20	10	1	<i>aardappelen</i> (CCRX)
groenten				diverse groenten (CB)
peulvruchten	2	80	2	cadmium: <i>kapucijner, bruine boon</i> (CB) lood, kwik: <i>peulvruchten</i> (CB)
fruit	5	20	1	<i>fruit</i> (CCRX)
graanproducten en bindmiddelen	50	40	3	<i>graanproducten</i> (CCRX)
brood	32	60	1	cadmium, lood: <i>volkorenbrood</i> (CB) kwik: <i>brood</i> (CB)
melk en melkproducten	0,5	3	0,3	<i>melk en melkproducten</i> (CCRX)
kaas	2	15	1	<i>kaas</i> (CCRX)
eieren	1	5	1	<i>eieren</i> (CCRX)
vlees, vleeswaren en gevogelte	5	10	1	<i>vlees</i> (CCRX)
vis, schaal- en schelpdieren	14	60	50	cadmium en lood: <i>vis en schaaldieren</i> (CCRX) en <i>schelpdieren</i> (CCRX) (gewogen gemiddelde*) kwik: <i>vis, schaal- en schelpdieren</i> (CCRX)
vetten, oliën, mayonaise en hartige sauzen	2	20		cadmium en lood: <i>vetten</i> (CB) kwik: buiten beschouwing gelaten
soep	2	3	0	<i>soep</i> (CB)
samengestelde gerechten	23	34	1	<i>24-uursvoeding</i> (CB)

categorie volgens VCP	gehalte ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )			categorie uit CCRX-rapport (CCRX) of Contaminantenboekje (CB) die als bron heeft gediend
	Cd	Pb	Hg	
gebak en koek	26	45	1.5	cadmium: <i>graanprodukten</i> (CCRX) en <i>zoetwaar en cacao</i> (CB) (gemiddelde) lood: <i>graanprodukten</i> (CCRX) en <i>zoetwaren</i> (CB) (gemiddelde) kwik: <i>graanprodukten</i> (CCRX) (helft van de gegeven waarde)
suiker, snoep, zoet beleg en zoete sauzen	3	50		cadmium: <i>zoetwaar en cacao</i> lood: <i>zoetwaren</i> kwik: buiten beschouwing gelaten
noten, zaden en snacks	10	50	2.5	<i>noten</i> (CB)
hartig broodbeleg	6	35	1.3	<i>noten en vetten</i> (gemiddelde) kwik: <i>noten</i> (helft van de gegeven waarde)
niet-alcoholische dranken	0,5	1	0	<i>drinkwater</i> (cadmium, lood: CCRX; kwik: CB)
alcoholische dranken	2	25		cadmium en lood: <i>bier</i> (CB) en <i>wijn</i> (exclusief kruikwijn) (gewogen gemiddelde) kwik: buiten beschouwing gelaten
drinkwater	0,5	1	0	<i>drinkwater</i> (cadmium, lood: CCRX; kwik: CB)

## Groente

Bij het bepalen van de correctiefactoren die aangeven met welk getal het mediane gehalte van een zwaar metaal in een bepaald proefgewas vermenigvuldigd moet worden om te komen tot het maximale gehalte in die groente waarin in theorie nog juist geen sprake is van overschrijding van de TDI, is als aanname gehanteerd dat de verhouding tussen de gehalten een metaal in de verschillende gewassen voorkomt onder alle omstandigheden gelijk is aan de verhouding waarin dit metaal gemiddeld voorkomt in commercieel verkochte gewassen. Voor wat betreft de gehalten van cadmium, lood en kwik die diverse groenten op de commerciële markt bevatten is gebruik gemaakt van de mediane gehalten die gegeven worden in Het Contaminantenboekje (Staarink & Hakkenbrak, 1991). Voor een

aantal groenten die in dit onderzoek zijn betrokken is niet voor elk van de metalen cadmium, lood en kwik een mediaan gehalte bekend; in dergelijk gevallen is een aanname gedaan. Voor sommige groenten zijn meerdere gehalten vermeld; in dergelijke gevallen is de meest recente waarde vermeld; bij twee waarden uit hetzelfde jaar is zo mogelijk gekozen voor de door het RIVM bepaalde waarde, omdat een groot percentage van de overige waarden eveneens van het RIVM afkomstig was. De mediane gehalten van cadmium, lood en kwik in de diverse beschouwde groentesoorten waarmee in dit onderzoek is gerekend en de gemaakte aannames zijn samengevat in tabel B 3.4. Het betreft de gehalten van groenten die gewassen zijn, en waarvan de buitenste bladeren en de oneetbare delen zijn verwijderd (Staarink, 1993).

TABEL B 3.4 Waarden die in dit onderzoek zijn gehanteerd voor de gehalten zware metalen in diverse soorten groente

groentesoort	gehalte ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht)			categorie uit Het Contaminantenboekje die als bron heeft geïnd
	Cd	Pb	Hg	
sla	10	10	2	cadmium, lood: <i>sla</i> kwik: <i>kassla</i>
andijvie	17	16	4	cadmium en lood: <i>andijvie</i> kwik: <i>sla</i> en <i>spinazie</i> (gemiddelde)
spinazie	30	30	5	<i>spinazie</i>
wortel	28	28	3	<i>wortel</i>
biet	9	10	2	<i>biet</i>
ui	9	10	2	<i>ui</i>
bloemkool	8	10	2	<i>bloemkool</i>
spitskool	8	12	4	cadmium en kwik: <i>spitskool</i> lood: <i>overige koolsoorten</i>
rode kool	14	12	3	cadmium en kwik: <i>rode kool</i> lood: <i>overige koolsoorten</i>
boerenkool		440		<i>boerenkool</i>
spercieboon	3	16	3	cadmium: <i>erwt</i> lood, kwik: gemiddelde overige groentesoorten
doperwt	3	16	3	cadmium: <i>erwt</i> lood, kwik: gemiddelde overige groentesoorten
snijboon	3	16	3	cadmium: <i>erwt</i> lood, kwik: gemiddelde overige groentesoorten
komkommer	3	6	2	<i>komkommer</i>
tomaat	20	10	1	<i>tomaat</i>
paprika	12	8	2	<i>komkommer</i> en <i>tomaat</i> (gemiddeld)
rabarber	9	47	2	cadmium en lood: <i>rabarber</i> kwik: <i>kassla</i>
champignon	12	27	11	<i>champignon</i>

## BIJLAGE 4

### GROENTECONSUMPTIECIJFERS

In tabel B 4.1 worden voor ieder van de onderscheiden leeftijdsklassen de consumptiecijfers voor de verschillende soorten groente gegeven. De vermelde groentesoorten zijn overgenomen uit het rapport van Hulshof (1988) over de groenteconsumptie van volkstuinders. Naast de hier vermelde categorieën onderscheidt Hulshof nog twee extra categorieën: *soepgroente en overige groenten*. Deze categorieën konden in dit onderzoek niet worden overgenomen, omdat hiervan geen gemiddelde of mediane gehalten zware metalen bekend zijn. De hoeveelheden geconsumeerde groente uit deze twee klassen is daarom procentueel over de andere groentesoorten verdeeld, zodat de totale hoeveelheid geconsumeerde groente per leeftijdsklasse die hier wordt vermeld gelijk is aan de overeenkomstige hoeveelheid die door Hulshof wordt genoemd.

Hulshof onderscheidt slechts een gering aantal leeftijdscategorieën. Voor wat betreft kinderen maakt hij slechts onderscheid tussen kinderen van 1-12 jaar en kinderen van 13-19 jaar. Omdat juist jonge kinderen gekenmerkt worden door een hoge consumptie ten opzichte van hun lichaamsgewicht – en daarmee ook een relatief hoge blootstelling aan voedselcontaminanten vertonen – leek een fijnere onderverdeling binnen de groep van 1- tot 12-jarigen voor dit onderzoek gewenst. In de voedselconsumptiepeiling worden kinderen onderscheiden in de leeftijdscategorieën 1-3 jaar, 4-6 jaar, 7-9 jaar en 10-15 jaar apart onderscheiden. De eerste drie van deze groepen zijn in dit onderzoek als afzonderlijke groepen onderscheiden. Hierbij is ervan uitgegaan dat verhouding tussen de groenteconsumptiecijfers van de betreffende groepen volkstuinders gelijk is aan de verhouding tussen de groenteconsumptiecijfers van andere Nederlandse kinderen, en dat de verhouding tussen de consumptiecijfers van de verschillende soorten groente voor elk van de beschouwde subgroepen gelijk is. Voor wat betreft de consumptie van aardappelen is eenzelfde benadering gebruikt.

Hulshof onderscheidt binnen elke leeftijdsklasse *gemiddelde eters* en het *95-percentiel (P95)* van de grote eters: de hoeveelheid aardappelen respectievelijk groente waar 95% van de betreffende leeftijdsklasse qua consumptiehoeveelheid juist onder zit. Het 95-percentiel is in dit onderzoek beschouwd als een maat voor de hoeveelheid aardappelen respectievelijk groent die geconsumeerd wordt door 'grote aardappel- en groente-eters'. Voor wat betreft aardappelen zijn hiervoor de consumptiecijfers van Hulshof rechtstreeks overgenomen. Voor wat betreft groente is het 95-percentiel van de totale groenteconsumptie gebruikt, met als uitgangspunt dat de verdeling tussen de diverse groenten per leeftijdscategorie hetzelfde is als bij de gemiddelde eters.

TABEL B 4.1 Groenteconsumptiecijfers per leeftijdsklasse (g/dag)

	1-77		1-3		4-6		7-9		13-19		20-54 (v)		20-54 (m)		55-77 (v)		55-77 (m)	
	ge m	P95	ge m	P95	ge m	P95	ge m	P95	ge m	P95	ge m	P95	ge m	P95	ge m	P95	ge m	P95
aardappelen	147	275	62	119	81	155	99	191	141	274	125	221	190	343	138	221	198	405
sla	27	48	7	17	9	20	11	25	20	35	29	48	31	55	39	63	42	71
andijvie	26	46	10	22	12	26	15	33	15	27	22	36	27	48	42	67	41	69
spinazie	25	44	9	20	11	24	13	30	25	45	24	40	32	57	24	40	30	51
wortel	19	33	8	18	10	22	12	28	18	31	19	31	19	34	24	40	20	34
biet	12	21	7	17	9	20	11	25	13	23	14	23	17	29	7	12	8	14
ui	12	21	6	13	7	16	9	20	9	16	13	21	15	27	16	26	15	26
bloemkool	19	33	7	15	8	18	10	23	16	29	15	25	21	38	26	42	27	47
spitskool	7	13	1	2	1	2	1	3	7	12	7	11	6	11	11	18	11	18
rode kool	5	8	1	2	1	2	1	3	8	14	5	8	6	11	5	8	7	12
spercieboon	14	25	5	12	6	14	8	18	19	33	13	21	18	32	13	22	17	28
doperwt	7	13	4	8	4	10	6	13	7	12	7	11	8	15	5	8	6	10
snijboon	7	13	5	12	6	14	8	18	4	8	5	8	7	13	10	16	10	16
komkommer	25	44	15	34	18	40	22	50	23	41	30	50	25	44	27	44	23	38
tomaat	21	38	7	17	9	20	11	25	15	27	25	42	24	42	27	44	24	40
paprika	4	6	1	3	2	4	2	5	4	8	5	8	5	8	2	4	5	8
rabarber	15	27	6	13	7	16	9	20	10	18	14	23	15	27	18	30	24	40
champignon	4	6	1	2	1	2	1	3	4	8	3	6	4	6	1	2	2	4

## BIJLAGE 5

### OMREKENINGSFACTOREN

In tabel B 5.1 worden voor alle in dit onderzoek beschouwde bevolkingsgroepen de omrekeningsfactoren gegeven waarmee voor de metalen cadmium, lood en kwik uit het mediane of gemiddelde gehalte van het betreffende metaal in een gewas het gewassignaalgehalte berekend kan worden. Het gewassignaalgehalte wordt gevonden door de omrekeningsfactor te vermenigvuldigen met het mediane gehalte van het betreffende metaal zoals dat in het commercieel verkochte gewas wordt gevonden (zie bijlage 3, tabel B 3.4). De gevonden waarde dient vervolgens nog te worden getoetst aan de Warenwetnorm (zie bijlage 6). Indien deze laatste lager uitvalt dan de gevonden waarde, dient de Warenwetnorm als gewassignaalgehalte te worden gehanteerd.

TABEL B 5.1 Omrekeningsfactoren voor gehalten zware metalen van gewassen, uitgesplitst naar de te beschermen bevolkingsgroepen

bevolkingsgroep	cadmium	lood	kwik
1-77 (gemiddeld)	10,4	36,3	47,9
1-77 (P95)	5,8	20,4	27,2
1-77 (vegetariërs, gemiddeld)	9,2		
1-77 (vegetariërs, P95)	5,0		
1-3 (gemiddeld)	3,0	7,5	22,8
1-3 (P95)	1,3	3,4	10,3
4-6 (gemiddeld)	4,8	15,0	30,1
4-6 (P95)	2,1	6,8	13,6
7-9 (gemiddeld)	5,8	19,8	33,9
7-9 (P95)	2,6	8,9	15,3
13-19 (gemiddeld)	13,9	41,9	53,2
13-19 (P95)	7,7	23,4	29,6
20-54 (vrouwen, gemiddeld)	11,5	39,9	51,5
20-54 (vrouwen, P95)	6,8	24,0	30,9
20-54 (mannen, gemiddeld)	11,0	39,3	52,3
20-54 (mannen, P95)	6,1	22,0	29,5
55-77 (vrouwen, gemiddeld)	10,7	36,6	46,2
55-77 (vrouwen, P95)	6,6	22,3	28,2
55-77 (mannen, gemiddeld)	10,3	35,6	47,0
55-77 (mannen, P95)	5,7	20,5	27,2

## BIJLAGE 6

### WARENWETNORMEN

In tabel B 6.1 zijn de Warenwetnormen voor cadmium lood en kwik vermeld zoals die zijn opgesteld voor aardappelen en verse groenten (Staatscourant, 1993).

TABEL B 6.1 Warenwetnormen voor de maximale gehalten cadmium, lood en kwik die in aardappelen en verse groenten mogen voorkomen (mg/kg vers gewicht)

	cadmium	lood	kwik
aardappelen	0,1	0,2	0,02
boerenkool	0,1	2,5	0,03
overige koolsoorten	0,1	0,3	0,03
peulvruchten	0,1	0,3	0,03
bladgroenten:			
kropsla, veldsla, andijvie, selderij en spinazie	0,2	0,5	0,03
wortelgewassen:			
peen (wortel) en schorseneer	0,2	0,3	0,03
vruchtgroenten:			
tomaat en paprika	0,1	0,3	0,03
komkommer en augurk	0,03	0,3	0,03
knol- en bolgewassen:			
knolselderij, bietjes, sjalot en ui	0,1	0,3	0,03
prei	0,2	0,3	0,03
gekweekte champignons	0,1	0,3	0,01