

**ADVIES GEBRUIK GRONDWATER ONDER ZINKASSEN IN DE  
KEMPEN: QUICK SCAN. ACTUALISATIE ADVIES MEI 2005**

Opdrachtgever(s)	Bureau Medische Milieukunde GGD'en Brabant en Zeeland drs. H.W.A. Jans
Auteur(s)	A. Dusseldorp (projectleider), IMD RIVM P.F. Otte (onderzoeker), LER RIVM J.P.A. Lijzen (onderzoeker), LER RIVM J.F.M. Versteegh (onderzoeker), IMD RIVM
Status rapport	Definitief
Datum	15 oktober 2007
Rapportnummer	609023011  19 pagina's (inclusief deze pagina)
IMD vraagnummer	2892
Projectnummer	E/609023/17/AA - Zinkassen in de Kempen

## Rapport in het kort

### **Advies gebruik grondwater onder zinkassen in de Kempen: quick scan Actualisatie advies mei 2005**

In 2005 is er door het RIVM een advies opgesteld voor het gebruik van grondwater onder zinkassen in de Kempen. Dit advies had betrekking op de mogelijke risico's bij gebruik van grondwater met verhoogde concentraties aan de metalen arseen, zink, cadmium, koper en lood.

Dit briefrapport moet gezien worden als een actualisatie van het advies uit 2005. De set metalen waarvoor de risicogrenzen in beeld waren gebracht is daarbij uitgebreid met nikkel, chroom en kwik.

Cadmium en zink overschrijden in veel gevallen de kritische concentraties voor grondwater (grenswaarden). Voor cadmium komen overschrijdingen voor tot een factor 12 voor alle onderzochte toepassingen. Voor zink zijn de concentraties in grondwater te hoog bij gebruik van grondwater als sproeiwater (fytoxiciteit) en vanwege de invloed van hoge zinkconcentraties op de smaak van drinkwater. Voor lood zijn op de helft van de locaties overschrijdingen van vooral de drinkwaternorm (volgens het WLB) te zien.

Arseen en koper overschrijden de kritische gehalten niet. Voor de overige metalen zijn kritische

Gezien de overschrijdingen voor cadmium, lood en zink wordt op deze locaties onttrekking van het grondwater ten behoeve van consumptie, besproeiing en het drinken van vee ontraden.

Trefwoorden / Keywords:

grondwater, risico, metalen, de Kempen, bodemverontreiniging

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1	Vraagstelling	4
1.2	Doelstelling en werkwijze	4
1.3	Leeswijzer	4
<b>2</b>	<b>Kwaliteitseisen per gebruikseis</b>	<b>5</b>
2.1	Gebruik als sproeiwater	5
2.1.1	Probleemstelling	5
2.1.2	Kwaliteitscriteria	5
2.1.3	Fytotoxiciteit	6
2.1.4	Overschrijding humane MTR	6
2.2	Gebruik grondwater als drinkwater voor de mens	7
2.2.1	Drinkwaternormen	7
2.2.2	Drinkwater direct uit grondwater	7
2.3	Gebruik grondwater als drinkwater voor vee	8
<b>3</b>	<b>Gemeten concentraties en toetsing</b>	<b>9</b>
3.1	Inleiding	9
3.2	Arseen	9
3.3	Cadmium	9
3.4	Koper	9
3.5	Lood	10
3.6	Zink	10
<b>4</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Literatuur</b>	<b>12</b>
<b>Bijlage 1: Overzicht van risicogrenzen en normen voor grondwater</b>		<b>13</b>
<b>Bijlage 2: Normwaarden en adsorptiecoëfficiënten metalen</b>		<b>15</b>
<b>Bijlage 3: Gemeten grondwaterconcentraties in de Kempen</b>		<b>17</b>
<b>Bijlage 4: Aanbevolen maximum concentraties metalen in irrigatiewater</b>		<b>18</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Vraagstelling

In de Kempen zijn in de buurt van Zinkassenwegen metingen in het grondwater uitgevoerd van arseen (As), zink (Zn) cadmium (Cd), lood (Pb) en koper (Cu). Hierbij zijn uiteenlopende gehalten aan metalen aangetroffen. Hierbij is de vraag gerezen voor welke doeleinden dit grondwater al dan niet bruikbaar is (als sproeiwater voor gewassen, drinkwater voor vee en voor mens). Er was daarom behoefte aan een indicatie van de concentraties waarbij een bepaald gebruiksadvies of gebruiksbeperking geldt. Dit advies is in 2005 gegeven in RIVM Brieffrapport 20050615. De vraag is nu om dit advies uit te breiden met de metalen nikkel (Ni), chroom (Cr) en kwik (Hg). Voor deze metalen zijn geen meetwaarden bekend maar is behoefte aan de kritische gehalten (kwaliteitseisen) waarboven risico's kunnen ontstaan voor mens, dier en/of plant.

## 1.2 Doelstelling en werkwijze

Het doel van dit advies is het aangeven van kritische gehalten in het grondwater waarboven verschillende soorten van gebruik mogelijk tot risico's kunnen leiden. Met een dergelijk overzicht moet worden voorkomen dat dit voor elke locatie steeds opnieuw moet worden uitgezocht. Er is gezocht naar beschikbare waarden, de uiteindelijke keuze voor de waarden om de grondwaterkwaliteit aan de toetsen wordt in dit brieffrapport onderbouwd. De reeds beschikbare meetgegevens van As, Cd, Pb, Zn en Cu in de Kempen zijn vergeleken met de kritische gehalten. Hierdoor kan voor deze locaties een uitspraak worden gedaan over het gebruik van het grondwater.

Het gaat om een indicatieve studie. Indien de gehalten overschreden worden kan dit aanleiding zijn meer diepgaand en/of meer naar de locatiespecifieke omstandigheden te kijken.

## 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt achtereenvolgens op de verschillende gebruikeisen ingegaan. In dit hoofdstuk wordt ook aangegeven hoe tot de indicatieve afleiding van de waarden is gekomen, welke aannames zijn gedaan en wat de achtergronden zijn.

In hoofdstuk 3 worden de meetgegevens samengevat en vergeleken met de indicatieve concentraties. Op basis hiervan wordt aangegeven of, en in welk opzicht gebruiksbeperkingen zouden moeten gelden.

Hoofdstuk 4 bevat de conclusies.

## 2 Kwaliteitseisen per gebruikseis

Er worden drie vormen van gebruik onderscheiden:

- a. sproeiwater voor gewassen,
- b. drinkwater voor de mens
- c. drinkwater voor vee.

Voor deze vormen van gebruik zijn kwaliteitseisen gezocht en uitgewerkt. Deze waarden worden in dit hoofdstuk toegelicht.

### 2.1 Gebruik als sproeiwater

#### 2.1.1 Probleemstelling

Wanneer grondwater als sproeiwater (irrigatie) wordt gebruikt zal dit direct op de gewassen en op/in de bodem terecht komen. Bij bestaande criteria wordt met beide routes rekening gehouden. Bij de uitgevoerde bodem-plant opname berekeningen alleen met opname vanuit de bodem. Metalen zullen in het algemeen snel sorberen aan de bodemdeeltjes en daardoor niet zonder meer opgenomen worden door gewassen. De mate van sorptie wordt uitgedrukt door de partiticoëfficiënt ( $K_p$ ). Een hoge  $K_p$  waarde duidt op een sterke sorptie aan de bodem. De  $K_p$  waarde voor een bepaald metaal is afhankelijk van het bodemtype en andere lokale omstandigheden. Op de lange termijn kan bij frequente irrigatie (zoals eigenlijk uitsluitend in gebieden met een droog klimaat) wel aanrijking van de bodem plaatsvinden door gebruik van sproeiwater met hoge metaalconcentraties. Dit zal in de Nederlandse situatie niet snel gebeuren.

Eerst wordt ingegaan op bestaande criteria voor sproeiwater (2.1.2) Daarna wordt gekeken naar fytoxiciteit van deze concentraties voor gewassen en naar de potentiële risico's voor de mens (overschrijding van het Maximaal Toelaatbaar risico) bij consumptie van gewassen uit een moestuin.

*Gekozen is primair te toetsen aan de kwaliteitscriteria van het IKC-Landbouw (2.1.2). Net als de normen van FAO richten deze zich zowel op schade aan het gewas als schade voor de humane gezondheid. De reden om primair voor IKC te kiezen is dat deze criteria strenger zijn.*

#### 2.1.2 Kwaliteitscriteria

Zowel door het Ministerie van Landbouw als de FAO zijn criteria voor waterkwaliteit gepubliceerd. Door het IKC-Landbouw<sup>1</sup> (IKC-L, 1995) zijn attenderingswaarden voor waterkwaliteit opgesteld (zie bijlage 1, kolom 6 en 8). De normwaarden voor sproeiwater (bijlage 1, kolom 8) voor arseen, cadmium, koper, lood, zink, chroom, nikkel en kwik gelden voor gebruik van water in glastuinbouw, groente- en fruitteelt, akkerbouw en grasland. De meeste van deze normen zijn gebaseerd op fytoxiciteit.

De FAO (1985) hanteert maximum concentraties voor sporen metalen in irrigatiewater. Deze advieswaarden zijn opgenomen in de tabel van bijlage 1 (kolom 9). Bij de afleiding van deze

---

<sup>1</sup> huidige Kenniscentrum LNV

waarden wordt rekening gehouden met o.m. saliniteit, fysische effecten (w.o. infiltratie capaciteit) en toxiciteit (fytotoxiciteit en gezondheidseffecten voor mens en voor dieren in geval van beweiding). Voor sporenelementen en zware metalen zijn alleen toxische effecten van belang.

De geadviseerde maximum concentraties houden ook rekening met lange termijn effecten (aanrijking van de bodem). Bij overschrijding van de normwaarden wordt geadviseerd nader onderzoek te doen naar daadwerkelijke toxicologische effecten op korte of lange termijn. Met uitzondering van lood en chroom zijn de FAO en IKC waarden vergelijkbaar. Hierbij wordt opgemerkt dat het IKC onderscheid maakt tussen driewaardig en zeswaardig chroom. Bij de FAO waarde wordt geen onderscheid gemaakt. Zeswaardig chroom is meer toxisch dan driewaardig chroom.

### 2.1.3 Fytotoxiciteit

Voor een groot aantal gewassen zijn (voor bodem) gegevens over beginnende fytotoxiciteit beschikbaar (Lijzen et al., 2002; van Wezel et al, 2003). Op basis hiervan zijn een 5 en een 50 percentiel voor beginnende fytotoxiciteit afgeleid (uitgedrukt in mg/kg bodem). Deze zijn vermeld in bijlage 1, kolom 10.

Algemeen wordt aangenomen dat de opname van metalen via het poriewater loopt en daarmee is de poriewaterconcentratie die in evenwicht staat met dit kritisch bodemgehalte (HC50) een indicatie voor beginnende fytotoxiciteit. Deze kritische poriewaterconcentraties worden vermeld in bijlage 1, kolom 11. Als de concentraties van metalen in sproeiwater deze kritische poriewaterconcentraties overschrijden zou er fytotoxiciteit kunnen optreden uitgaande van de veronderstelling dat het poriewater in de bodem volledig de kwaliteit krijgt van de samenstelling van het sproeiwater.

Dit is een voorzichtige benadering omdat hierbij:

- a) Geen rekening wordt gehouden met sorptie aan de vaste bodem (zie 2.1.1);
- b) Geen rekening wordt gehouden met infiltrerend regenwater, waardoor verdunning plaatsvindt.

Deze benadering levert een schatting op. De betrouwbaarheid daarvan is klein, omdat de berekening van de kritische poriewaterconcentratie gebruik maakt van een onzekere waarde voor de partiticoëfficiënt. Voor deze berekening is uitgegaan van een gemiddelde waarde gebaseerd op een set van Kp-waarden die in Nederland kunnen voorkomen (zie bijlage 2).

### 2.1.4 Overschrijding humane MTR

Een overschrijding van het maximaal toelaatbaar risico voor de mens (humane MTR) door de consumptie van groenten uit eigen tuin kan plaatsvinden indien het kritisch bodemgehalte wordt overschreden. Het kritisch bodemgehalte wordt berekend met CSOIL voor het scenario wonen met moestuin. Voor het kritische bodemgehalte kan worden uitgegaan van de maximale waarden voor landbodems. Deze zijn afgeleid voor verschillende bodemgebruiksvormen. De maximale waarde voor wonen met moestuin is hier van toepassing en is vermeld in bijlage 1, kolom 12 (uit Dirven et al., 2007).

Gezien de concentraties in het grondwater en het vermoedelijk beperkte irrigatie regiem ligt een oplading van niet gecontamineerde, dus “schone”, bodemlaag (aanrijking) door irrigatie tot het niveau van de maximale waarde niet voor de hand. Bijlage 1 vermeld naast de maximale waarde voor bodem ook de bijbehorende poriewaterconcentraties. Opgemerkt

wordt dat het slechts indicatieve waarden zijn omdat bij irrigatie de evenwichtssituatie vrijwel nooit zal worden bereikt (het CSOIL model gaat wel uit van een evenwichtssituatie). Bovendien is het voor een systeem dat niet in evenwicht is (irrigatie) moeilijk (zo niet onmogelijk) de partiticoëfficiënt voor een gemiddelde situatie vast te stellen. Er is net als bij de benadering voor de inschatting van fytotoxiciteitsgrenzen uitgegaan van een gemiddelde partiticoëfficiënt. Dit is een voorzichtige benadering is (zie bijlage 2). We kunnen concluderen dat het gebruik van grondwater niet zal leiden tot een overschrijding van de maximale waarde voor wonen met moestuin (kolom 12 in de bijlage).

## 2.2 Gebruik grondwater als drinkwater voor de mens

Om het gebruik van grondwater als drinkwater te toetsen (hoofdstuk 3) zal primair gekeken worden naar de drinkwaternormen volgens het Waterleidingbesluit (2.2.1). Ter ondersteuning worden de waarden op basis van het MTR en directe consumptie van grondwater gebruikt (2.2.2).

### 2.2.1 Drinkwaternormen

In het Waterleidingsbesluit (Staatsblad, 2004) zijn verschillende typen parameters opgenomen: microbiologische parameters, chemische parameters en indicatoren (bedrijfstechnische parameters, organoleptische/esthetische parameters en signaleringsparameters). Drinkwater (geleverd door drinkwaterbedrijven) moet aan de chemische en microbiologische parameters uit het WLB voldoen. Voor arseen, cadmium, koper, lood, nikkel, chroom en kwik zijn chemische parameters vastgesteld en voor zink een indicator-organoleptische/esthetische parameter. Wanneer deze waarden worden overschreden moet onderzoek gedaan worden naar de oorzaak van de verontreiniging en de mogelijke gevolgen voor de volksgezondheid. De waarde genoemd in het Waterleidingsbesluit is dus bedoeld voor het signaleren van mogelijke verontreinigingen en het beschermen van de volksgezondheid. Getalsmatig komen de waarden voor metalen veelal overeen met de waarden van de WHO (2004).

De WHO (*World Health Organisation, 2004*) hanteert voor de toetsing van drinkwater een vergelijkbare procedure als beschreven in 2.2.2. Echter, ook de blootstelling vanuit andere bronnen (voedsel, lucht etc.) wordt meegewogen. Daarom wordt de drinkwaterkwaliteit getoetst aan 10 % van het MTR. Overigens wordt bij de afleiding een iets andere consumptiehoeveelheid aan drinkwater verondersteld. Globaal liggen de resulterende WHO drinkwaternormen een factor 10 lager dan de maximaal toelaatbare concentratie in het grond- of oppervlaktewater.

### 2.2.2 Drinkwater direct uit grondwater

Als water (oppervlaktewater of grondwater) gebruikt wordt voor de bereiding van drinkwater wordt ervan uitgegaan dat de levenslang gemiddelde blootstelling aan contaminanten het  $MTR_{\text{humaaan}}$  niet mag worden overschreden. Hiertoe is de maximaal toelaatbare concentratie in het grond- of oppervlaktewater bepaald, waarbij de volgende randvoorwaarden van toepassing zijn:

- Het betreffende grond- of oppervlaktewater wordt direct (zonder zuivering) gebruikt als drinkwater.
- Er wordt aangenomen dat een volwassene 2 liter water per dag en een kind 1 liter water per dag drinkt, gedurende respectievelijk 64 en 6 jaar.

De maximale toelaatbare concentratie in het grond- of oppervlaktewater wordt als volgt berekend:

$$C_{\max} = \text{MTR-humaan} * 70 / ((64 * \text{QDW\_A} / \text{BWA}) + (6 * \text{QDW\_C} / \text{BWC})) * 1000$$

waarbij

$C_{\max}$ : maximaal toelaatbare concentratie van de contaminant het grond- of oppervlaktewater [ $\mu\text{g/l}$ ]

MTR-humaan: het maximaal toelaatbaar risico voor blootstelling [ $\text{mg/kg}_{\text{BW}}/\text{dag}$ ]

QDW\_A: consumptiehoeveelheid water volwassene [2 liter]

QDW\_C: consumptiehoeveelheid water kind [1 liter]

BWA: lichaamsgewicht volwassene [70 kg]

BWC: lichaamsgewicht kind [15 kg]

In bijlage 1 is aangegeven welke concentraties hieruit volgen. Deze maximaal toelaatbare concentratie in het grondwater (of oppervlaktewater) moet worden beschouwd als de kwaliteit waaraan water (oppervlaktewater of grondwater) moet voldoen om tot bereiding van drinkwater over te kunnen gaan.

### 2.3 Gebruik grondwater als drinkwater voor vee

Grondwater kan, net als slootwater, gebruikt worden als drinkwater voor vee. Door het IKC-Landbouw zijn in 1995 voor een aantal metalen attenderingswaarden voor waterkwaliteit voor vee gepubliceerd (IKC-Landbouw, 1995). De concentraties moeten gezien worden als waarden waarboven nader onderzoek nodig ten behoeve van de mogelijke effecten bij vee. Boven deze gehalten is schaderisico (landbouwkundige schade) niet uitgesloten.

De Gezondheidsdienst voor Dieren in Deventer hanteert eigen waarden waarboven nader onderzoek is gewenst naar de bron en mogelijke effecten. Beide waarden zijn in bijlage 1 (kolommen 5,6 en 7) opgenomen. De grenswaarden die worden gehanteerd door de Gezondheidsdienst voor Dieren waren niet voor alle metalen te achterhalen.

*Gekozen is te toetsen aan de attenderingswaarden van het IKC-Landbouw. Dit neemt niet weg dat voor nader onderzoek op een specifieke locatie aangeraden wordt contact op te nemen met de Gezondheidsdienst voor Dieren.*

### 3 Gemeten concentraties en toetsing

#### 3.1 Inleiding

Van tien locaties zijn bij de adviesaanvraag in 2005 gemeten concentraties geleverd voor As, Cd, Cu, Pb en Zn. In bijlage 3 zijn deze concentraties opgenomen. Per metaal wordt voor elke gebruik aangegeven hoe de gemeten concentraties zich verhouden tot de kwaliteitscriteria (zie tabel 1). Voor de metalen waarmee dit advies nu is uitgebreid (Ni, Cr en Hg) beschikken we niet over meetgegevens en is dit hoofdstuk dus niet van toepassing.

Tabel 1 Aantal overschrijdingen van kwaliteitscriteria van 10 meetwaarden (en maximale overschrijding) per metaal

Stof	Sproeiwater	Drinkwater mens	Drinkwater vee
Arseen	0	0	0
Cadmium	8 (tot factor 6)	9 (tot factor 12)	8 (tot factor 6)
Koper	0	0	0
Lood	3 (tot factor 8)	5 (tot factor 40)	2 (tot factor 4)
Zink	10 (tot factor 17)	7 (tot factor 11)	2 (tot 1,4)

#### 3.2 Arseen

De gemeten concentraties zijn allemaal lager dan de streefwaarde. Zodoende wordt geen van de kwaliteitscriteria voor sproeiwater voor gewassen (50 µg/l), drinkwater voor de mens (10 µg/l) en drinkwater voor vee (Gezondheidsdienst voor dieren: 100 µg/l) overschreden.

#### 3.3 Cadmium

Alle waarden liggen ruim boven de streefwaarde (0,4 µg/l voor ondiep grondwater) en in 8 van de 10 gevallen boven de interventiewaarde.

Het kwaliteitscriterium voor sproeiwater (10 µg/l) wordt op 8 van de 10 locaties overschreden.

De waarde voor drinkwater voor de mens volgens het WLB (5 µg/l) wordt op 9 van de 10 locaties overschreden (tot maximaal een factor 12). De waarde op basis van het volledige MTR wordt ook op 6 plaatsen overschreden (met factor 4).

De waarde voor drinkwater voor vee (10 µg/l) wordt op 8 van de 10 locaties overschreden (tot maximaal een factor 6).

Geconcludeerd kan worden dat het gebruik van grondwater als sproeiwater en drinkwater voor mens en vee moet worden afgeraden.

#### 3.4 Koper

De gemeten concentraties overschrijden in 6 van de 10 gevallen de streefwaarde maar niet de interventiewaarde. De kwaliteitscriteria voor sproeiwater voor gewassen (200 µg/l), drinkwater voor de mens volgens het WLB (2000 µg/l) en drinkwater voor vee (500 µg/l) worden niet overschreden. De maximaal gemeten concentratie (51 µg/l) is wel gelijk aan de

grenswaarde die de gezondheidsdienst voor dieren hanteert (50 µg/l) voor een nader onderzoek.

Op basis van koper zijn er geen gebruiksbeperkingen.

### 3.5 Lood

De gemeten concentraties overschrijden in 5 van de 10 gevallen de streefwaarde en in 2 gevallen de interventiewaarde.

Het kwaliteitscriterium voor sproeiwater (50 µg/l) wordt op 3 van de 10 locaties overschreden (tot een factor 8).

De waarde voor drinkwater voor de mens volgens het WLB (10 µg/l) wordt ook op 5 van de 10 locaties overschreden (tot een factor 40). Op basis van het volledige MTR en directe consumptie van grondwater wordt op 3 locaties overschreden (tot een factor 8).

Voor de waarde voor drinkwater voor vee (100 µg/l) wordt op 2 van de 10 locaties overschreden (tot maximaal een factor 4).

Geconcludeerd kan worden dat het gebruik van grondwater als sproeiwater en drinkwater voor mens en vee moet worden afgeraden.

### 3.6 Zink

De gemeten concentraties overschrijden in alle gevallen de interventiewaarde grondwater (800 µg/l).

Het kwaliteitscriterium voor sproeiwater (2000 µg/l) wordt op alle 10 locaties overschreden (tot een factor 17). Bij deze hoge concentraties zijn effecten op gewassen te verwachten.

De waarde voor drinkwater volgens het WLB (smaak) (3000 µg/l) wordt op 7 van de 10 locaties overschreden (tot een factor 11). Het criterium voor volledige humane MTR en directe consumptie van grondwater (16600 µg/l) wordt op 3 van de 10 locaties overschreden (tot en factor 2).

De waarde voor drinkwater voor vee (24000 µg/l) wordt op 2 van de 10 locaties overschreden (tot maximaal een factor 1,4). De gezondheidsdienst voor vee hanteert veel lagere waarden (1000 µg/l, voor veulens 250 µg/l).

Geconcludeerd kan worden dat vooral het gebruik van grondwater als sproeiwater moet worden afgeraden gezien de kans op schade aan het gewas. In een deel van de gevallen moet toxicologisch gezien ook het gebruik als drinkwater voor de mens en vee worden afgeraden.

De smaak van het water zal op de meeste locaties beïnvloed zijn.

## 4 Conclusies en aanbevelingen

De grondwaterkwaliteit op 10 locaties in de Kempen is, op grond van concentraties van een aantal metalen, getoetst voor gebruik als sproeiwater, drinkwater en voor veedrenking. Voor deze vormen van gebruik zijn kritische gehalten gekozen (zie tabel 2).

Cadmium en zink overschrijden in veel gevallen de kritische gehalten. Voor cadmium gaat het om overschrijdingen tot een factor 12 voor alle onderzochte toepassingen. Voor zink gaat het vooral om het gebruik als sproeiwater (fytoxiciteit) en om invloed op de smaak bij gebruik als drinkwater voor de mens. Voor lood zijn op de helft van de locaties overschrijdingen van vooral de drinkwaternorm (volgens het WLB) te zien.

Arseen en koper overschrijden de kritische gehalten niet.

Gezien de overschrijdingen voor cadmium, lood en zink wordt op deze locaties onttrekking van het grondwater ten behoeve van consumptie, besproeiing en het drenken van vee ontraden.

Tabel 2 Kritische gehalten waaraan het gebruik van het grondwater primair getoetst is (zie voor de andere ondersteunende criteria bijlage 1)

	Drinkwater	Drenken van vee	Sproeiwater
Stof	Normen WLB	Attenderingswaarde drinkwater vee	Fytotoxiciteit attenderingswaarde landbouw
	WLB, 2004	IKC, 1995	IKC, 1995
	[µg.l-1]	[µg.l-1]	[µg.l-1]
Arseen	10	100	50
Cadmium	5	10	10
Koper	2000	500	200
Lood	10	100	50
Nikkel	20	100	200
Chroom	50	1000	100
Kwik	1	10	-
Zink	3000	24000	2000

- = niet beschikbaar

NB.: In de meeste gevallen zal 3-waardig chroom in bodem en grondwater worden aangetroffen

Ook voor andere locaties in de Kempen kan (in de toekomst) op grond van meetgegevens en de kritische gehalten (tabel 2), worden nagegaan of gebruik van het grondwater risico's met zich meebrengt. Als de kritische gehalten voor een van de gebruiksvormen niet worden overschreden, kan men aannemen dat die vorm van gebruik geen risico met zich meebrengt. Wanneer de waarden wél worden overschreden, kan het water niet zonder meer worden toegepast. Een mogelijkheid is dan op basis van meer locatiespecifieke informatie tot een nadere detaillering van de risico's van het gebruik van het water te komen. Het kan bijvoorbeeld zijn dat het kritische effect geldt voor een bepaalde diersoort of plant, die niet relevant is voor de betreffende locatie.

Opgemerkt wordt dat de metaalconcentraties het ondiepe grondwater betreffen (3-4 m –mv.). Voor dieper grondwater dient, in geval van onttrekking, nader onderzoek te volgen.

## 5 Literatuur

- Dirven-van Breemen EM, Lijzen JPA, Otte PF, Vlaardingen P van, Spijker J, Verbruggen EMJ, Swartjes FA, Groenenberg JE, Rutgers M (2007). Landelijke referentiewaarden ter onderbouwing van maximale waarden in het bodembeleid RIVM rapport 711701053. Bilthoven.
- FAO (1985), Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage. Paper no. 29, Rev.1. Food and Agriculture organization of the United Nations, Rome
- IKC-L, 1995. Bodembeschrijving en bodemgeschiktheidsbeoordelingen (IKC-publicatie). IKC-Landbouw, afd. AT-MKT, Ede; Toelichtende tekst afkomstig van: Huinink, J.T.M, 1987. Waterkwaliteit en landbouwproductie. Ad fundum, februari 1987, pp 1-9.
- Lijzen et al 2002. Evaluatie onderbouwing bodemgebruikswaarden. RIVM-rapport 711701029
- Lijzen JPA, Baars AJ, Otte PF, Rikken M, Swartjes FA, Verbruggen EMJ and Wezel van AP(2001). Technical evaluation of the Intervention Values for Soil/sediment and Groundwater. Human and ecotoxicological risk assessment and derivation of risk limits for soil, sediment and groundwater. RIVM-rapport 711701 023. RIVM, Bilthoven.
- Otte PF, Lijzen JPA, Otte JG, Swartjes FA, and Versluijs CW(2001). Evaluation and revision of the CSOIL parameter set. RIVM rapport 711701021, RIVM, Bilthoven.
- Min. van VROM (2000). Circulaire Streef- en Interventiewaarden bodem. DBO/1999226863.
- Wezel AP van , Vries W de, Beek M, Otte PF, Lijzen J, Mesman M, Vlaardingen P van, Tuinstra J, Elswijk M van, Romkens P, Bonten L (2003). Bodemgebruikswaarden voor landbouw, natuur en waterbodem. RIVM rapport 711701031, Bilthoven.
- WLB, 2004. Waterleidingsbesluit. Staatsblad 2004, 736.
- WHO. Guidelines for drinking-water quality (third ed.), 2004.(ISBN 92 4 154638 7)





## Bijlage 2: Normwaarden en adsorptiecoëfficiënten metalen

Streef- en Interventiewaarden voor grondwater (concentraties in µg/l)

		streefwaarde ondiep	landelijke achter- grond concentratie	streefwaarde diep	interventiewaarde
Arseen	As	10	7	7.2	60
Cadmium	Cd	0.4	0.06	0.06	6
Chroom	Cr III	1	2.4	2.5	30
Koper	Cu	15	1.3	1.3	75
Kwik	Hg, inorg	0.05		0.01	0.3
Lood	Pb	15	1.6	1.7	75
Nikkel	Ni	15	2.1	2.1	75
Zink	Zn	65	24	24	800

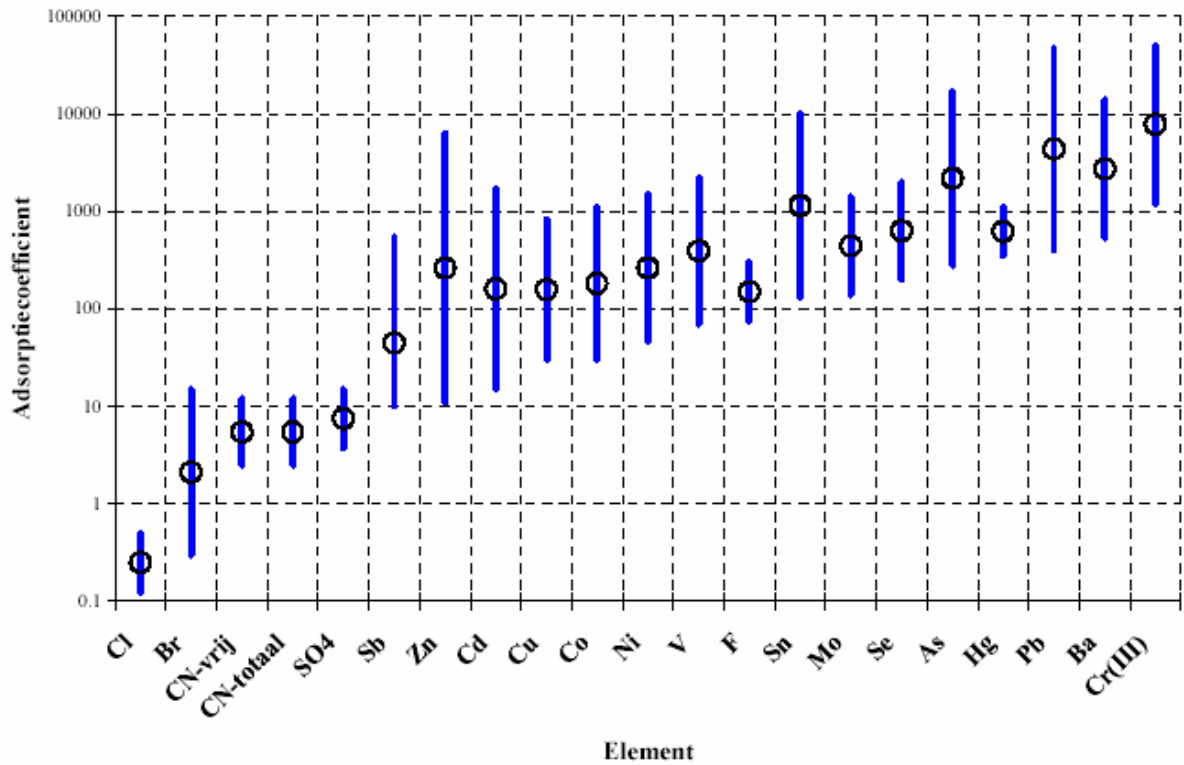
Referentie: VROM (2000). Circulaire Streef- en Interventiewaarden. Den Haag

Adsorptiecoëfficiënten voor metalen

		adsorptiecoëfficiënt (grond-water verdelingscoëff. )
Arseen	As	1800
Cadmium	Cd	2560
Chroom	Cr III	4800
Koper	Cu	2120
Kwik	Hg, inorg	7500
Lood	Pb	36000
Nikkel	Ni	2000
Zink	Zn	2600

referentie:

Otte, P.F. J.P.A. Lijzen, J.G. Otte, F.A. Swartjes, and C.W. Versluijs (2001). Evaluation and revision of the CSOIL parameter set. RIVM rapport 711701021, RIVM, Bilthoven.



*Adsorptie coëfficiënten voor metalen en enkele anorganische contaminanten in Nederlandse bodems (topsoil) volgens Verschoor et al., 2006.*

Referentie:

Verschoor AJ ; Lijzen JPA ; Broek HH van den ; Cleven RFMJ ; Comans RNJ ; Dijkstra JJ ; Vermij PHM  
 RIZA ; ECN (2006). Kritische emissiewaarden voor bouwstoffen. Milieuhygienische onderbouwing en  
 consequenties voor bouwmaterialen. RIVM rapport 711701043 ; RIZA-rapport 2006.029, Bilthoven.

## Bijlage 3: Gemeten grondwaterconcentraties in de Kempen

Lokatie	diepte [m -mv]	Contaminant							DOC [mg/l]	pH
		Arseen As [ug/l]	Cadmium Cd [ug/l]	Koper Cu [ug/l]	Lood Pb [ug/l]	Zink Zn [ug/l]	Calcium Ca [ug/l]			
01	B dorppleir 3-4	<5	6.1	36	25	2300	37000	7.7		
02	B schoot 3-4	<5	2.2	<5	<10	2100	29000	5.7		
03	B dorppleir 2-3	<5	30	9.5	<10	5400	21000	6.6	6	
04	B dorppleir 3-4	<5	49	24	<10	33000	79000	17		
05	B dorppleir 3-4	<5	27	5.9	<10	4400	111000	7.8		
06	B dorppleir 2.5-3.5	<5	25	41	400	20000	33000	15		
07	B dorppleir ?	<5	15	25	<10	6000	33000	43		
08	B dorppleir 3-4	<5	63	51	180	28000	29000	16		
09	B dorppleir 3-4	<5	49	17	69	15000	17000	11		
10	B dorppleir 3-4	<5	17	8.5	17	2200	20000	5.8		
min		<5	2.2	<5	<10	2100	17000	5.7	6	
max		<5	63	51	400	33000	111000	43	6	

## Bijlage 4: Aanbevolen maximum concentraties metalen in irrigatiewater

Bron: FAO 1985, Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage. Paper no. 29, Rev.1. Food and Agriculture organization of the United Nations, Rome).

<http://www.fao.org/DOCREP/003/T0234E/T0234E00.HTM>, Datum : 17-09-2007

<b>Table 21 RECOMMENDED MAXIMUM CONCENTRATIONS OF TRACE ELEMENTS IN IRRIGATION WATER<sup>1</sup></b>		
<b>Element</b>	<b>Recommended Maximum Concentration<sup>2</sup> (mg/l)</b>	<b>Remarks</b>
Al(aluminium)	5.0	Can cause non-productivity in acid soils (pH < 5.5), but more alkaline soils at pH > 7.0 will precipitate the ion and eliminate any toxicity.
As (arsenic)	0.10	Toxicity to plants varies widely, ranging from 12 mg/l for Sudan grass to less than 0.05 mg/l for rice.
Be (beryllium)	0.10	Toxicity to plants varies widely, ranging from 5 mg/l for kale to 0.5 mg/l for bush beans.
Cd (cadmium)	0.01	Toxic to beans, beets and turnips at concentrations as low as 0.1 mg/l in nutrient solutions. Conservative limits recommended due to its potential for accumulation in plants and soils to concentrations that may be harmful to humans.
Co (cobalt)	0.05	Toxic to tomato plants at 0.1 mg/l in nutrient solution. Tends to be inactivated by neutral and alkaline soils.
Cr (chromium)	0.10	Not generally recognized as an essential growth element. Con-servative limits recommended due to lack of knowledge on its toxicity to plants.
Cu (copper)	0.20	Toxic to a number of plants at 0.1 to 1.0 mg/l in nutrient solutions.
F (fluoride)	1.0	Inactivated by neutral and alkaline soils.
Fe (iron)	5.0	Not toxic to plants in aerated soils, but can contribute to soil acidification and loss of availability of essential phosphorus and molybdenum. Overhead sprinkling may result in unsightly deposits on plants, equipment and buildings.
Li (lithium)	2.5	Tolerated by most crops up to 5 mg/l; mobile in soil. Toxic to citrus at low concentrations (<0.075 mg/l). Acts similarly to boron.
Mn (manganese)	0.20	Toxic to a number of crops at a few-tenths to a few mg/l, but usually only in acid soils.

Mo (molybdenum)	0.01	Not toxic to plants at normal concentrations in soil and water. Can be toxic to livestock if forage is grown in soils with high concentrations of available molybdenum.
Ni (nickel)	0.20	Toxic to a number of plants at 0.5 mg/l to 1.0 mg/l; reduced toxicity at neutral or alkaline pH.
Pb (lead)	5.0	Can inhibit plant cell growth at very high concentrations.
Se (selenium)	0.02	Toxic to plants at concentrations as low as 0.025 mg/l and toxic to livestock if forage is grown in soils with relatively high levels of added selenium. An essential element to animals but in very low concentrations.
Sn (tin)		
Ti (titanium)	----	Effectively excluded by plants; specific tolerance unknown.
W (tungsten)		
V (vanadium)	0.10	Toxic to many plants at relatively low concentrations.
Zn (zinc)	2.0	Toxic to many plants at widely varying concentrations; reduced toxicity at pH > 6.0 and in fine textured or organic soils.

<sup>1</sup> Adapted from National Academy of Sciences (1972) and Pratt (1972).

<sup>2</sup> The maximum concentration is based on a water application rate which is consistent with good irrigation practices (10 000 m<sup>3</sup> per hectare per year). If the water application rate greatly exceeds this, the maximum concentrations should be adjusted downward accordingly. No adjustment should be made for application rates less than 10 000 m<sup>3</sup> per hectare per year. The values given are for water used on a continuous basis at one site.

### **Evaluation Criteria**

With the high retention rate in the soil and the low use by plants, ideally the maximum application rate should not exceed that which will allow normal crop growth and still not exceed any allowable concentration in the produce coming from the field. Suggested maximum concentrations of trace elements in irrigation water are shown in Table 21. These concentrations are set because of concern for long-term build-up of trace elements in the soil and for protection of the agricultural soil resource from irreversible damage. Under normal irrigation practices, these suggested levels should prevent a build-up that might limit future crop production or utilization of the product. Whether wastewater is used as all or only a part of the supply will not modify these guidelines as they are based on protection of the soil resource to assure its present and future production capability.

The guidelines reflect the current information available but as they are supported by only limited, long-term field experience, they are necessarily conservative, which means that, if the suggested limit is exceeded, a phytotoxicity still may not occur. The suggested limits in Table 21 are to ensure that the site can be used for all potential crops in the future. It is recommended that the values be considered as the maximum long-term average concentration based upon normal irrigation application rates. When more reliable data become available, the levels may be adjusted. If water above or close to the levels given in Table 21 is considered for use, an up-to-date review of more recent information is suggested to prevent possible future problems.