

## Zware metalen in grondwater

Janneke Klein

1204148-003

**Titel**  
Zware metalen in grondwater

**Opdrachtgever**  
Rijkswaterstaat Waterdienst

**Project**  
1204148-003

**Kenmerk**  
1204148-003-ZWS-0012

**Pagina's**  
16

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	sept. 2011	Janneke Klein		Bas van der Grift		Harm Duel	

**Status**  
definitief

## Inhoud

<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Probleemstelling	1
1.2 Doelstelling	1
<b>2 Methode</b>	<b>2</b>
2.1 Voorgaand onderzoek	2
2.2 Gebruikte dataset	2
2.3 Dataverwerking	3
2.3.1 Correctie detectielimiet	3
2.3.2 Verwijderen uitschieters	4
2.3.3 Concentratie per filter	5
2.4 Ruimtelijke indeling	5
<b>3 Resultaten</b>	<b>8</b>
<b>4 Conclusies</b>	<b>9</b>
<b>5 Literatuur</b>	<b>10</b>
<b>Bijlage(n)</b>	
<b>A Statistieken zware metalen in grondwater in verschillende deelgebieden</b>	<b>A-1</b>

# 1 Inleiding

In dit rapport wordt beschreven hoe enkele statistische kenmerken van zware metalenconcentraties in het grondwater zijn afgeleid. De resultaten zijn gepresenteerd in tabelvorm.

## 1.1 Probleemstelling

Historische en huidige belasting van de bodem met zware metalen door atmosferische depositie en bemesting heeft geleid tot een verhoging van de gehalten aan zware metalen in de bodem. Deze zware metalen van antropogene bronnen leiden samen met van nature in de bodem aanwezige metalen tot emissies naar het grond- en oppervlaktewater. De omvang van deze bron – uitspoeling van zware metalen – wordt door Alterra met behulp van STONE berekend (Bonten & Groenenberg, 2010).

De bijdrage van de ondergrond wordt berekend op basis van schattingen van metaalconcentraties in het diepere grondwater. De concentraties die door Alterra in de huidige berekeningen met STONE worden gebruikt zijn afgeleid op basis van een beperkte dataset, waaruit de antropogeen beïnvloede monsters zijn verwijderd en waarbij beperkt rekening kon worden gehouden met de ruimtelijke verdeling van de metaalconcentraties (beschreven in Bonten et al., 2007). De onzekerheid in deze concentraties is daardoor groot.

Inmiddels is er een grotere dataset met metaalconcentraties in grondwater beschikbaar waarmee de onzekerheid verkleind kan worden. Bovendien kan een grotere ruimtelijke spreiding van metaalconcentraties in het grondwater verkregen worden. Deze studie beschouwt de beschikbare dataset en presenteert de informatie die door STONE gebruikt kan worden ten behoeve van de actualisatie van de Emissieregistratie 2011.

## 1.2 Doelstelling

Het doel van deze studie is om vernieuwde schattingen van metaalconcentraties in het grondwater te maken om de onzekerheid in de inputconcentraties voor STONE te verkleinen. Door het beschikbaar komen van meer metingen van metalen in het grondwater zal met name de ruimtelijke verdeling van de concentraties aan zware metalen in het grondwater sterk verbeteren. Daarnaast kunnen deze verbeterde schattingen van metaalconcentraties in het grondwater gebruikt worden om meer inzicht te krijgen in pyrietoxidatie als bron van metalen.

In deze studie zullen een aantal statistische kenmerken van de concentraties aan zware metalen in het grondwater gegeven worden per deelgebied. Alterra kan deze nieuwe getallen gebruiken in de berekening van de uit- en afspoeling van zware metalen vanuit de landbouw door STONE ten behoeve van de actualisatie van de Emissieregistratie 2011.

## 2 Methode

### 2.1 Voorgaand onderzoek

In 2007 heeft Deltares (toen nog TNO) in opdracht van Alterra de natuurlijke achtergrondconcentraties voor een vijftal zware metalen in grondwater berekend. De gegevens hiervan staan gerapporteerd in Bonten et al. (2007). Tijdens die studie zijn de antropogeen beïnvloede metingen verwijderd om een natuurlijke achtergrondconcentratie te krijgen. Door het verwijderen van de antropogeen beïnvloede monsters zijn de berekende statistische kenmerken van de concentraties aan zware metalen gebaseerd op een beperkte dataset. In de huidige studie zijn de antropogeen beïnvloede monsters niet verwijderd en zijn er extra metingen beschikbaar gekomen van de afgelopen jaren. Hierdoor is er een grotere dataset beschikbaar om statistische kenmerken van metaalconcentraties mee te berekenen en is het mogelijk verschillen in concentraties op een kleinere ruimtelijke schaal te geven.

### 2.2 Gebruikte dataset

Deze studie richt zich op de zware metalen cadmium, koper, nikkel, lood en zink.

Voor het bepalen van de statistische kenmerken van de zware metalen in grondwater is niet dezelfde dataset gebruikt als in de vorige studie (Bonten et al., 2007), maar is een nieuwe dataset samengesteld omdat er inmiddels meer gegevens bekend zijn. Tevens zijn niet, zoals in het vorige onderzoek, de antropogeen beïnvloede monsters uitgesloten.

Er zijn metingen gebruikt van het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG) en de Provinciale Meetnetten Grondwaterkwaliteit (PMG). Het LMG bestaat uit 337 putten met in totaal 651 filters die jaarlijks worden bemonsterd en geanalyseerd. Voor het LMG zijn de analyseresultaten van de zware metalen uit 2005 t/m 2008 meegenomen. De recentere gegevens zijn nog niet officieel beschikbaar, dus kunnen nog niet gebruikt worden. De locaties van de LMG-putten staan weergegeven in Figuur 2.1.

De provinciale meetnetten worden ook eens per jaar bemonsterd en geanalyseerd maar niet bij elke provincie wordt elk jaar op de zware metalen geanalyseerd. Tevens heeft elke provincie zijn eigen bemonsteraars en laboratorium. Om te bekijken welke metingen meegenomen kunnen worden uit het PMG is een check gemaakt van de gehanteerde detectielimieten bij de verschillende provincies en in de verschillende jaren. Veel provincies hebben hoge detectielimieten voor de zware metalen. Hierdoor kunnen er geen goede uitspraken gedaan worden over de voorkomende concentraties in het grondwater omdat soms het grootste deel van de monsters een waarde beneden de desbetreffende detectielimiet heeft. Er zijn geen gegevens geselecteerd ouder dan 2005.

De meeste provincies bleken te hoge detectielimieten te hanteren om meegenomen te kunnen worden in de huidige studie. De volgende provincies en jaren zijn wel meegenomen in de huidige studie:

- Drenthe: 2010
- Gelderland: 2007 t/m 2010
- Noord-Brabant: 2006 t/m 2009
- Overijssel: 2008
- Utrecht: 2008 en 2010.

In totaal zijn uit het PMG gegevens van 164 putten, bestaande uit 362 filters, meegenomen. De locaties van de PMG-putten staan weergegeven in Figuur 2.1.

In overleg met Alterra zijn metingen dieper dan 35 meter onder maaiveld verwijderd. Tevens is in overleg met Alterra besloten een onderscheid tussen ondiep en diep te maken, waarbij metingen ondieper dan 15 m onder maaiveld zijn geclassificeerd als ondiep en metingen dieper dan 15 meter onder maaiveld zijn geclassificeerd als diep.

## 2.3 Dataverwerking

Om te zorgen voor een consistente dataset met concentraties, zijn op de gebruikte data een aantal bewerkingstappen toegepast die hieronder achtereenvolgens besproken worden.

### 2.3.1 Correctie detectielimiet

Er is op de volgende manier gecorrigeerd voor waardes kleiner dan de detectielimiet:

- Hele hoge detectielimieten zijn verwijderd.
- Voor de metingen van het LMG is gecorrigeerd voor de detectielimiet door de helft van de actuele waarde te nemen.
- Voor de metingen van het PMG is per provincie en per stof gekeken wat de hoogste waarde onder de detectielimiet is (m.u.v. de hele hoge waardes die wel kleiner zijn dan de detectielimiet) en voor de desbetreffende provincie en stof hebben alle metingen die kleiner zijn dan de detectielimiet de helft van deze waarde gekregen.

In Tabel 2.1 zijn de voorkomende detectielimieten in het LMG en in het PMG bij de verschillende provincies weergegeven.

Opgemerkt dient te worden dat het toekennen van een waarde van 0,5 maal de detectielimiet aan waarden die lager zijn dan de detectielimiet redelijk arbitrair is en dat vooral de gemiddelde concentratie hierdoor beïnvloed kan worden.

Tabel 2.1 Voorkomende detectielimieten in de verschillende datasets. In de blauw gearceerde regels staat per provincie aangegeven welke waarde er is gehanteerd voor de metingen onder de detectielimiet. dtl = detectielimiet; - = geen waarden kleiner dan de detectielimiet; DR = Drenthe; GL = Gelderland; NB = Noord-Brabant; OV = Overijssel; UT = Utrecht.

Dataset	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
LMG	* Range dtl's: 0,0002-1 * Meest voorkomende dtl: 0,01 * 2 waarden <1, deze zijn verwijderd	* Range dtl's: 0,04 – 2,29 * Meest voorkomende dtl: 0,2 en 1,56 * 1x <2 en 1x <2,29, deze zijn verwijderd	* Range dtl's: 0,1 – 10 * Meest voorkomende dtl: 0,96 * 2x <10, deze zijn verwijderd	* Range dtl's: 0,01 – 4,0 * Meest voorkomende dtl: 0,04 en 0,06 * 2x <4, deze zijn verwijderd	* Range dtl's: 0,04 – 1,34 * Meest voorkomende dtl: 0,2 of 0,72 * 1x < 1,34, deze is verwijderd
LMG	Helft actuele waarde	Helft actuele waarde	Helft actuele waarde	Helft actuele waarde	Helft actuele waarde
PMG – DR2010	0,1	0,15	0,1	0,12	2
PMG-DR	0,05	0,075	0,05	0,06	1
PMG – GL2007	0,006	-	-	0,008	-
PMG – GL2008	0,006	-	-	-	-
PMG – GL2009	0,005	0,1	0,03	0,04	2
PMG – GL2010	0,005	0,1	0,03	0,04	2
PMG-GL	0,003	0,05	0,015	0,02	1
PMG – NB2006	0,0003 – 0,002	0,003 – 0,05	0,002 – 0,03	0,006 – 0,1	0,03 – 0,1
PMG – NB2007	0,001 – 0,07	0,003 – 0,55	0,002 – 0,37	0,006 – 0,112	0,04 – 0,43
PMG – NB2008	0,002 – 0,07	0,05 – 0,55	0,03 – 0,37	0,005 – 0,112	0,08 – 0,43
PMG – NB2009	0,002	0,05	0,03	0,005	0,08
PMG-NB	0,035	0,0275	0,185	0,056	0,215
PMG – OV2008	0,006	1,4	-	Niet gemeten	-
PMG-OV	0,003	0,7	-	Niet gemeten	-
PMG – UT2008	0,05	0,2	0,2	0,1	5
PMG – UT2010	0,1	0,15	0,1	0,12	2
PMG-UT	0,05	0,1	0,1	0,06	2,5

### 2.3.2 Verwijderen uitschieters

Per metaal is gekeken of er hoge concentraties in de dataset voorkomen die mogelijk het gevolg zijn van een analysefout. De volgende opties zijn uitgevoerd met monsters waarin een hoge concentratie aan een bepaald metaal is gemeten:

- Als de desbetreffende filter in meerdere jaren is bemeaten op het desbetreffende metaal is een tijdreeks bekeken. De lengte van de tijdreeks verschilt per locatie sterk: van gemeten in slechts één jaar tot gemeten vanaf ca. 1990 of langer.
  - o In de meeste gevallen bleek dat de desbetreffende hoge metaalconcentratie in meerdere jaren voorkwam; deze waarde is niet uit de dataset verwijderd.
  - o In enkele gevallen was de desbetreffende metaalconcentratie eenmalig hoog; de desbetreffende waarde is uit de dataset verwijderd. In totaal zijn 4 waarden verwijderd.
- Als de desbetreffende locatie niet in andere jaren bemeaten is op het desbetreffende metaal is de hoge waarde in de dataset gelaten. In dit geval is er is geen reden om aan te nemen dat deze hoge waarde een analysefout is. In totaal kwam dit ca. 4 maal voor.

### 2.3.3 Concentratie per filter

Het grootste deel van de filters is één keer per jaar geanalyseerd op zware metalen. Een aantal filters is echter meer dan één keer per jaar geanalyseerd. Voor deze filters is een gemiddelde per jaar berekend. Daarna is per filter een gemiddelde over de verschillende jaren berekend zodat er per filter één waarde voor de verschillende metalen is.

## 2.4 Ruimtelijke indeling

Voor de statistische kenmerken van de concentraties aan zware metalen in het grondwater wordt er uitgegaan van een indeling in een aantal geotopgebieden (zie tekstkader). Deze geotopgebieden zijn in Figuur 2.1 weergegeven. Tevens is de ligging van de LMG- en PMG-putten in deze kaart weergegeven.

### *Geotop*

*Ten behoeve van de regionale, geowetenschappelijke karakterisering van de ondiepe ondergrond heeft TNO de geotop gedefinieerd. Volgens de definitie van TNO omvat de geotop het bovenste deel van de ondergrond dat zich bevindt vanaf het maaiveld tot 15-40 meter diep, afhankelijk van de geologische opbouw, de hydrologie en de geochemie van een gebied (Vermooten et al., 2005). Dit deel van de ondergrond is het meest dynamisch en ondervindt nog veel invloed van antropogene veranderingen. Nederland is ingedeeld in 7 hoofdgebieden en 27 zogeheten geotopgebieden met elk een karakteristieke (hydro)geologische opbouw van de ondiepe ondergrond.*

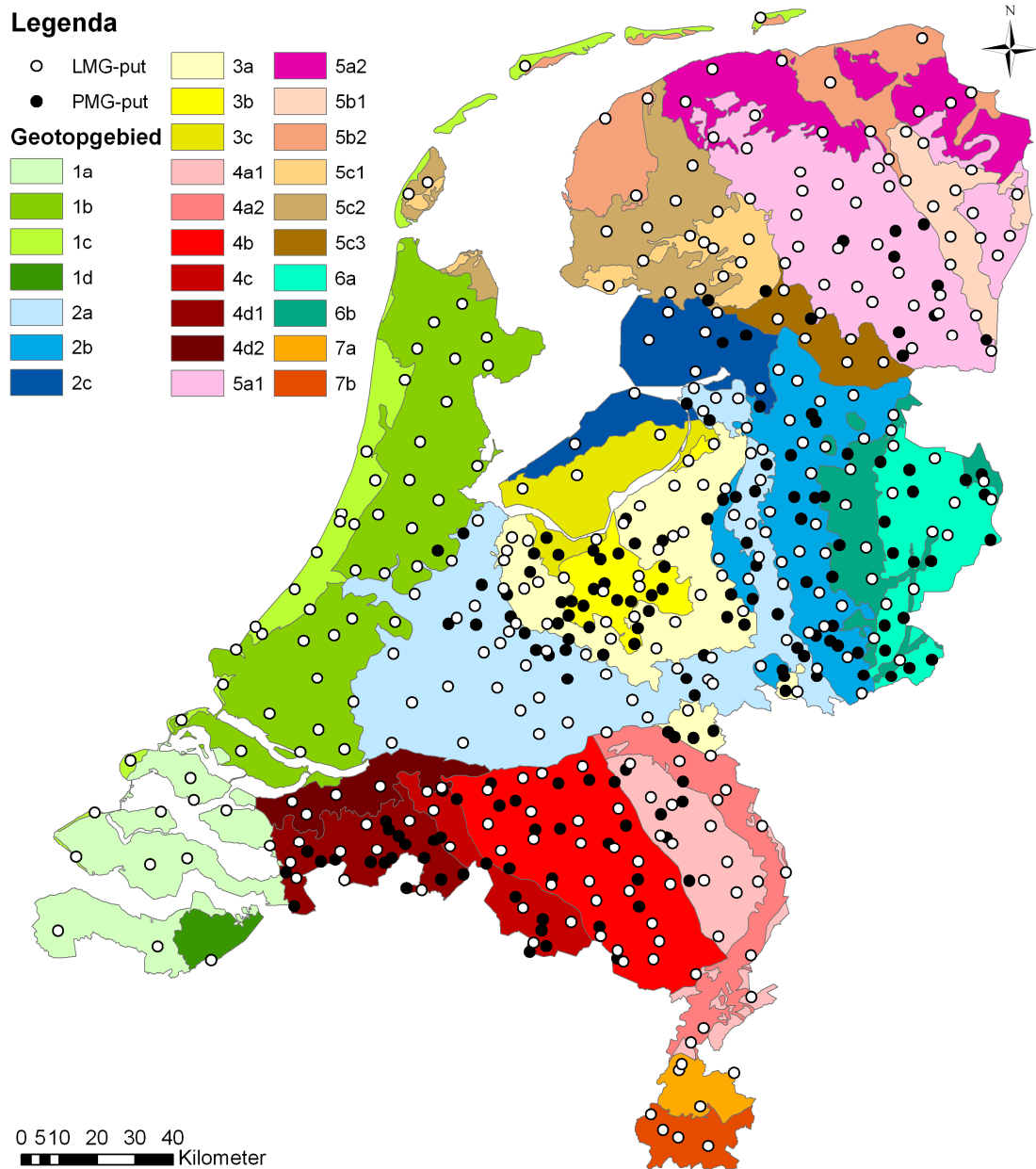
Er is een minimum aantal van 10 meetpunten per geotopgebied in combinatie met de diepteklasse aangehouden. De meeste geotopgebieden hebben 10 of meer meetpunten zodat er voldoende data is om de statistische kenmerken per geotopgebied te berekenen.

Enkele geotopgebieden zijn samengevoegd aan de hand van de geologie en geohydrologie:

- De peilbuis in geotopgebied 1d (met 2 ondiepe filters) is bij de ondiepe meetlocaties in geotopgebied 1a gevoegd.
- De meetlocaties in het westelijke deel van geotopgebied 4d2 zijn bij geotopgebied 1a gevoegd omdat het westelijke deel van 4d2 zout is, net zoals geotopgebied 1a. Het betreft 4 locaties met 3 ondiepe filters en 5 diepe filters.
- De meetlocatie in het oostelijke deel van geotopgebied 4d2 (met één ondiep en één diep filter) is bij geotopgebied 4d1 gevoegd.
- De meetlocaties in geotopgebied 3c zijn bij de meetlocaties in geotopgebied 2c gevoegd. Het betreft 7 ondiepe en 5 diepe filters.
- De diepe filters in geotopgebied 4a2 (9 stuks) zijn bij de diepe filters van geotopgebied 4a1 gevoegd. In geotopgebied 4a2 zijn wel 13 ondiepe filters, hiervoor zijn dus wel aparte statistieken berekend.
- De meetlocaties in de geotopgebieden 5a2 en 5b2 zijn samen genomen omdat in beide gebieden niet genoeg meetlocaties aanwezig zijn.
- Ook in de gebieden 5c1 en 5c3 zijn minder dan 10 meetlocaties aanwezig, deze zijn daarom ook samengevoegd.
- De meetlocaties in de geotopgebieden 7a en 7b zijn samen gevoegd. Dit levert een totaal op van 6 ondiepe en 7 diepe filters. Aangezien gebied 7 (noordelijk Zuid-Limburg en de zuidelijke kalksteenplateaus) sterk afwijkt van de andere geotopgebieden in Nederland, zijn voor dit gebied aparte statistieken berekend hoewel het aantal filters minder is dan 10.

In Tabel 2.2 staat weergegeven welke geotopgebieden samen genomen zijn en hoeveel filters er in de verschillende eenheden meegenomen kunnen worden.





Figuur 2.1 Ruimtelijke verdeling van de LMG- en PMG-putten over de geotopgebieden in Nederland.

Tabel 2.2 Naamgeving van de geotopgebieden en het aantal monsters per (combinatie van) geotopgebied(en), uitgesplitst in ondiep (<15 m-mv) en diep (15-35 m-mv).

Geotopgebied	Omschrijving	# monsters ondiep	# monsters diep
1a + 1d + deel 4d2	Zeeland + Oost Zeeuws-Vlaanderen + Holoceen westelijk Noord-Brabant	15	
1a + deel 4d2	Zeeland + Holoceen westelijk Noord- Brabant		12
1b	Holland	25	33
1c	Duinen	17	16
2a	Rijndelta en IJssel	72	57
2b	IJsselvallei en westelijke Achterhoek	62	41
2c + 3c	Noordoostpolder en noordelijk deel van de Flevopolders + Gelderse Vallei - Holoceen en zuidelijke Flevopolders	21	16
3a	Stuwwallen Midden-Nederland	45	40
3b	Gelderse Vallei – dekzand	32	11
4a1	Peelhorst en Venloslenk	20	
4a2	Maasdal	13	
4a1 + 4a2	Peelhorst en Venloslenk + Maasdal		29
4b	Roerdalslenk	44	39
4c	Kempisch plateau en Midden-Brabant	14	12
4d1 + deel 4d2	Westelijk Noord-Brabant	33	28
5a1	Centraal Drents Plateau	39	39
5a2 + 5b2	Fries-Groningse kustzone – ondiepe Formatie van Peelo + Fries-Groningse kustzone – marien	14	12
5b1	Hunzedal	11	11
5c1 + 5c3	Westelijk Drents plateau en Gaasterland + Zuidelijk Drents Plateau	13	13
5c2	Friesland met veen, Wieringermeer en Texel	12	15
6a	Twente-Oost en oostelijke Achterhoek	31	11
6b	Twente-West	19	13
7a + 7b	Noordelijk Zuid-Limburg + Zuidelijke kalksteenplateaus	6	7

### 3 Resultaten

Per geotopgebied (of combinatie van geotopgebieden) zijn per metaal de volgende statistische kenmerken berekend:

- Aantal monsters waarop de statistieken gebaseerd zijn;
- Gemiddelde;
- Mediaan;
- P25;
- P75.

In de tabellen in Bijlage A zijn deze statistische kenmerken weergegeven voor alle deelgebieden. Alle waardes zijn weergegeven in  $\mu\text{g/l}$ .

Bij met name cadmium ondiep, zink ondiep, zink diep en nikkel diep is het gemiddelde in sommige geotopgebieden veel hoger dan de mediaan. Dit wordt veroorzaakt door het voorkomen van enkele filters met hoge concentraties die het gemiddelde omhoog trekken. Er is echter geen reden om aan te nemen dat deze concentraties zo hoog zijn door een meetfout omdat deze concentraties, als ze in meerdere jaren gemeten zijn, veelal in al deze jaren hoog zijn.

In vergelijking met de gemiddelde en mediane concentraties die in het vorige onderzoek (Bonten et al., 2007) zijn gerapporteerd, zijn deze getallen in vrijwel alle gebieden hoger voor alle vijf de zware metalen. Dit geldt nog sterker voor de ondiepe concentraties dan voor de diepe concentraties.

De hogere concentraties ten opzichte van de door Bonten et al. (2007) gerapporteerde concentraties worden veroorzaakt doordat in het vorige onderzoek antropogeen beïnvloede monsters zijn verwijderd waardoor er een natuurlijke achtergrondconcentratie is afgeleid. In huidig onderzoek zijn de antropogeen beïnvloede monsters meegenomen. De peilbuizen van het landelijke en de provinciale grondwatermeetnetten zijn echter zo gekozen dat ze in principe niet op puntbronnen staan en representatief zijn voor een bepaald gebied.

## 4 Conclusies

In dit onderzoek zijn voor de metalen cadmium, koper, nikkel, lood en zink het gemiddelde, de mediaan, de P25 en de P75 van de concentratie in het grondwater afgeleid. Door het gebruik van recentere gegevens vanuit het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG), meer gegevens vanuit de Provinciale Meetnetten Grondwaterkwaliteit (PMG) en het niet verwijderen van antropogeen beïnvloede monsters, is ten opzichte van het onderzoek van Bonten et al. (2007) een grotere dataset verkregen. Hierdoor konden er op een kleinere ruimtelijke schaal en op twee verschillende diepteniveaus statistieken van metaalconcentraties in het grondwater berekend worden.

In vergelijking met de gemiddelde en mediane concentraties die door Bonten et al. (2007) zijn gerapporteerd, zijn deze getallen in vrijwel alle gebieden hoger voor alle vijf de zware metalen. Dit geldt nog sterker voor de ondiepe concentraties dan voor de diepe concentraties.

Met deze vernieuwde schattingen van metaalconcentraties in het grondwater is de onzekerheid in de concentraties verkleind en zijn er getallen op een kleinere ruimtelijke schaal bekend, waarmee Alterra de emissieschattingen van zware metalen vanuit de landbouw met STONE ten behoeve van de actualisatie van de Emissieregistratie 2011 kan verbeteren.

## 5 Literatuur

Bonten, L.T.C., Van der Grift, B., Klein, J., 2007. Achtergrondbelasting van het oppervlaktewater met zware metalen ten gevolge van uitspoeling uit de bodem. Alterra-rapport 1636.

Bonten, L.T.C., Groenenberg, J.E., 2010. Uitspoeling van zware metalen uit de landbouw- en natuurbodems, factsheet diffuse bronnen. Alterra. Te vinden op [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl).

Vermooten, J.S.A., Vasak, L., Griffioen, J., Klaver, G.T., Vernes, R.W., Weerts, H.J.T., 2005. Afbakening van het topsysteem voor kartering van de reactiviteit van de Nederlandse ondergrond. TNO-rapport NITG 05-121-A.

## A Statistieken zware metalen in grondwater in verschillende deelgebieden

In de onderstaande tabellen staat per geotopgebied (of combinatie van geotopgebieden) voor de metalen cadmium, koper, nikkel, lood en zink het aantal monsters waarop de statistieken gebaseerd zijn, het gemiddelde, de mediaan, de P25 en de P75. De eenheid van alle statistieken (m.u.v. het aantal) is in µg/l.

### Geotopgebieden 1a + 1d + deel 4d2 (ondiep) en 1a + 4d2 (diep)

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	15	11	15	12	15	11	15	11	15	12
Gemiddelde	0,009	0,009	0,419	1,124	1,319	1,445	0,060	0,093	4,819	5,111
P25	0,004	0,005	0,185	0,100	0,643	0,371	0,024	0,020	0,462	0,235
P50	0,005	0,005	0,346	0,120	1,182	0,752	0,055	0,040	0,782	0,493
P75	0,010	0,005	0,430	0,723	1,403	2,128	0,074	0,086	2,052	3,945

### Geotopgebied 1b

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	25	32	25	32	25	32	25	32	25	33
Gemiddelde	0,006	0,008	0,272	0,566	1,084	1,337	0,128	0,139	2,605	3,461
P25	0,003	0,005	0,150	0,115	0,642	0,724	0,018	0,020	0,459	0,710
P50	0,003	0,005	0,175	0,252	0,871	1,076	0,056	0,051	0,717	1,400
P75	0,005	0,005	0,280	0,553	1,307	1,386	0,138	0,081	1,773	3,747

### Geotopgebied 1c

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	17	16	17	15	17	16	17	16	17	16
Gemiddelde	0,005	0,008	0,646	0,860	1,369	1,751	0,088	0,126	0,847	1,557
P25	0,003	0,003	0,297	0,780	0,649	0,480	0,029	0,030	0,421	0,360
P50	0,005	0,003	0,379	0,780	0,969	0,650	0,058	0,030	0,654	0,945
P75	0,006	0,005	0,435	0,825	1,363	1,203	0,149	0,138	0,940	2,178

## Geotopgebied 2a

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	72	57	72	57	72	57	64	53	72	57
Gemiddelde	0,017	0,014	0,743	1,232	1,591	1,449	0,187	0,073	5,147	6,840
P25	0,004	0,005	0,190	0,137	0,804	0,534	0,025	0,020	0,431	0,390
P50	0,006	0,005	0,345	0,252	1,189	1,224	0,045	0,025	1,093	0,656
P75	0,026	0,012	0,809	0,809	1,656	1,978	0,064	0,060	4,245	2,665

## Geotopgebied 2b

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	62	41	62	41	62	41	50	35	62	41
Gemiddelde	0,148	0,019	2,474	0,647	6,965	2,195	0,264	0,085	12,285	2,672
P25	0,005	0,005	0,366	0,178	0,906	0,485	0,034	0,020	0,707	0,504
P50	0,011	0,005	0,597	0,700	1,867	1,120	0,057	0,030	3,463	1,000
P75	0,041	0,010	1,656	0,780	7,726	2,210	0,080	0,085	8,450	2,095

## Geotopgebieden 2c + 3c

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	21	16	21	16	21	16	15	13	21	16
Gemiddelde	0,014	0,012	0,661	0,434	1,270	1,280	0,074	0,046	3,032	3,002
P25	0,005	0,005	0,174	0,110	0,785	0,465	0,030	0,023	0,400	0,445
P50	0,009	0,005	0,430	0,223	1,100	0,789	0,059	0,033	0,915	0,879
P75	0,017	0,008	0,735	0,645	1,865	2,153	0,068	0,052	3,314	1,119

## Geotopgebied 3a

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	45	40	45	40	45	40	45	40	45	40
Gemiddelde	0,228	0,086	2,033	0,512	7,605	2,075	0,431	0,295	18,962	6,419
P25	0,020	0,003	0,326	0,171	0,860	0,480	0,068	0,030	0,995	0,588
P50	0,085	0,011	0,813	0,463	3,499	1,085	0,162	0,047	7,163	2,098
P75	0,263	0,050	2,428	0,780	7,687	2,585	0,302	0,166	25,025	6,398

## Geotopgebied 3b

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	32	11	32	11	32	11	32	11	32	11
Gemiddelde	0,272	0,044	1,509	0,576	4,505	1,764	0,237	0,094	49,502	69,224
P25	0,005	0,003	0,256	0,100	0,508	0,325	0,044	0,030	2,509	1,365
P50	0,016	0,040	0,354	0,465	1,097	0,480	0,065	0,060	4,969	6,330
P75	0,079	0,050	1,377	0,780	5,619	1,000	0,134	0,080	15,132	12,000

## Geotopgebieden 4a1 (ondiep) en 4a1 + 4a2 (diep)

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	20	29	20	29	20	29	20	29	20	29
Gemiddelde	1,049	0,022	12,56	0,828	49,85	19,802	2,619	0,102	127,36	32,74
P25	0,152	0,003	1,165	0,318	7,453	0,458	0,208	0,030	15,15	1,055
P50	0,380	0,009	6,110	0,780	28,32	0,545	1,060	0,070	56,11	3,440
P75	1,257	0,023	20,16	0,780	59,68	2,843	2,507	0,163	149,45	6,918

## Geotopgebieden 4a2 (ondiep) en 4a1 + 4a2 (diep)

Let op: resultaten van diep zijn hetzelfde als bij de bovenstaande tabel.

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	13	29	13	29	13	29	13	29	13	29
Gemiddelde	0,142	0,022	0,462	0,828	3,975	19,802	0,205	0,102	8,843	32,744
P25	0,005	0,003	0,210	0,318	0,765	0,458	0,039	0,030	0,825	1,055
P50	0,013	0,009	0,319	0,780	1,844	0,545	0,072	0,070	2,660	3,440
P75	0,264	0,023	0,768	0,780	6,032	2,843	0,309	0,163	12,194	6,918

## Geotopgebied 4b

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	44	39	44	39	43	39	44	39	44	39
Gemiddelde	1,575	0,019	1,779	0,608	13,197	1,841	0,200	0,076	615,88	8,540
P25	0,005	0,003	0,263	0,365	0,886	0,480	0,042	0,051	0,868	0,590
P50	0,023	0,012	0,468	0,440	1,639	0,660	0,077	0,065	3,976	1,170
P75	0,136	0,026	2,178	0,780	16,733	1,080	0,211	0,104	26,103	5,980



## Geotopgebied 4c

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	14	12	14	12	14	12	14	12	14	12
Gemiddelde	0,867	0,524	5,079	0,528	83,53	49,95	1,004	0,205	120,65	81,87
P25	0,020	0,005	0,461	0,412	2,488	0,789	0,153	0,065	36,59	2,43
P50	0,536	0,035	3,003	0,488	29,61	1,633	0,396	0,098	76,68	15,83
P75	1,547	0,679	8,922	0,645	97,27	61,63	1,594	0,327	116,05	123,61

## Geotopgebieden 4d1 + deel 4d2

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	33	28	33	28	33	28	33	28	33	28
Gemiddelde	0,281	0,120	1,792	1,251	24,844	8,730	0,400	0,166	52,576	38,786
P25	0,019	0,003	0,397	0,287	2,001	0,469	0,074	0,056	6,460	0,832
P50	0,042	0,029	0,770	0,435	5,738	1,044	0,129	0,073	26,420	5,554
P75	0,377	0,042	1,775	1,000	26,279	1,575	0,533	0,167	87,475	14,920

## Geotopgebied 5a1

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Gemiddelde	0,268	0,100	2,162	0,360	9,140	9,206	0,218	0,067	18,012	12,531
P25	0,005	0,005	0,287	0,097	1,179	0,480	0,059	0,022	0,765	0,360
P50	0,045	0,005	0,408	0,218	4,252	0,871	0,111	0,038	4,157	1,490
P75	0,218	0,050	1,612	0,510	12,396	8,560	0,253	0,060	36,105	13,000

## Geotopgebieden 5a2 + 5b2

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	14	12	14	12	14	12	14	12	14	11
Gemiddelde	0,035	0,038	0,516	0,394	0,850	0,687	0,140	0,051	7,186	8,395
P25	0,004	0,005	0,088	0,085	0,275	0,275	0,055	0,036	0,677	1,554
P50	0,021	0,025	0,153	0,231	0,633	0,364	0,131	0,055	9,150	10,100
P75	0,070	0,075	0,286	0,752	1,270	0,548	0,180	0,055	12,750	12,100

## Geotopgebied 5b1

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Gemiddelde	0,025	0,008	1,933	1,397	2,590	1,286	0,219	0,063	17,323	13,215
P25	0,004	0,003	0,279	0,166	0,313	0,426	0,027	0,030	0,446	0,360
P50	0,004	0,005	0,317	0,780	0,452	0,480	0,050	0,055	1,000	0,671
P75	0,050	0,005	0,369	0,780	0,600	0,742	0,093	0,067	1,315	1,640

## Geotopgebieden 5c1 + 5c3

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Gemiddelde	0,074	0,059	2,720	0,465	3,528	5,305	0,173	0,082	18,701	23,951
P25	0,004	0,005	0,255	0,073	0,591	0,157	0,066	0,020	0,671	0,145
P50	0,007	0,005	0,292	0,164	2,717	0,798	0,108	0,026	1,697	0,627
P75	0,058	0,028	0,695	0,372	4,940	4,920	0,173	0,100	11,567	5,619

## Geotopgebied 5c2

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	12	15	12	15	12	15	10	14	12	15
Gemiddelde	0,023	0,010	2,319	1,830	1,299	0,979	0,153	0,490	136,39	2,987
P25	0,004	0,005	0,098	0,140	0,343	0,484	0,055	0,015	0,572	0,220
P50	0,007	0,005	0,200	0,162	0,728	0,577	0,123	0,052	1,202	1,214
P75	0,022	0,017	1,805	0,303	2,047	0,774	0,152	0,080	10,775	2,940

## Geotopgebied 6a

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	31	11	31	10	31	11	15	7	31	11
Gemiddelde	0,123	0,007	2,387	0,613	7,246	2,119	0,391	0,056	21,189	11,600
P25	0,005	0,003	0,352	0,553	1,140	0,900	0,023	0,023	1,534	0,498
P50	0,008	0,005	0,700	0,700	2,180	1,660	0,034	0,030	3,730	1,020
P75	0,125	0,010	4,000	0,780	6,910	3,400	0,090	0,030	15,330	15,440

## Geotopgebied 6b

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	19	13	19	13	19	13	12	10	19	13
Gemiddelde	0,073	0,006	1,849	0,596	3,861	1,176	0,065	0,038	6,755	2,023
P25	0,004	0,003	0,370	0,347	0,903	0,436	0,022	0,024	0,495	0,520
P50	0,010	0,005	0,700	0,700	1,980	1,100	0,034	0,030	1,240	0,880
P75	0,087	0,008	1,392	0,780	5,191	2,000	0,075	0,038	15,500	2,680

## Geotopgebieden 7a + 7b

	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep	Ondiep	Diep
	Cd	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Pb	Pb	Zn	Zn
Aantal	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7
Gemiddelde	0,101	0,095	0,482	0,443	2,388	6,101	0,102	0,427	14,159	29,691
P25	0,043	0,011	0,323	0,125	1,719	1,621	0,054	0,040	1,766	0,848
P50	0,060	0,068	0,505	0,230	2,076	2,978	0,087	0,050	7,011	3,251
P75	0,174	0,124	0,662	0,708	3,040	3,966	0,148	0,076	31,093	39,300