Grondwatermeetnet de Kempen
(2e meetronde, 2009)

28 januari 2010

Grondwatermeetnet de Kempen
(2e meetronde, 2009)

Kenmerk R001-4681832PSN-jig-V02-NL

Verantwoording

Titel	Grondwatermeetnet de Kempen (2e meetronde, 2009)
Opdrachtgever	Projectbureau ABdK
Projectleider	ir. Eric Bormans
Auteur(s)	drs. Prosper Snoep en ir. Eric Bormans
Uitvoering veldwerk	Marc Angenent
Projectnummer	4681832
Aantal pagina's	50 (exclusief bijlagen)
Datum	28 januari 2010
Handtekening	

Colofon

Tauw bv
Vestiging Eindhoven
Dr. Holtroplaan 5
Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon (040) 232 55 50
Fax (040) 232 55 75

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom.
De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001
- VCA** -certificering voor veilig werken bij meet- en inspectieactiviteiten en bodemsaneringen, ook in risicogebieden railinfra
- Er zijn analyses uitgevoerd door het NEN-EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerde milieulaboratorium van AL-West
- Tauw bv is erkend voor het uitvoeren van veldwerk bij milieuhygiënisch bodemonderzoek conform de VKB-protocollen 2001, 2002, 2003 en 2018

Inhoud

Verantwoording en colofon **5**

1 Inleiding **11**

2 Regionale bodemopbouw en (geo)hydrologie **15**
2.1 Kempisch Plateau 15
2.2 Centrale Slenk 16
2.3 Grondwaterstroming 16

3 Veldwerk en laboratoriumonderzoek **19**
3.1 Algemeen 19
3.2 Tweede meetronde 19
3.3 Bemonstering 20
3.4 Laboratoriumonderzoek 22

4 Analyseresultaten **25**
4.1 Algemeen 25
4.2 Wijzigingen in de verontreiniginggraad 26

5 Dataverwerking **33**
5.1 Totale dataset 33
5.1.1 Algemene screening 33
5.1.2 Verdeling 34
5.2 Correlaties gehele dataset 35
5.2.1 Conclusies correlaties 38
5.3 Gebiedstypen 39

6 Voorstel meetstrategie **45**

7 Conclusies en aanbevelingen **49**

Bijlage(n)

1. Geologisch profiel Reusel-Boxmeer
2. Bemonsteringsprotocol meetnet
3. Toetsingswaarden grondwater
4. Analyseresultaten
5. Grafische weergave analyseresultaten
6. Correlaties
7. Box-plots
8. Statistische verdeling data
9. CD met data

1 Inleiding

1 Inleiding

Tauw heeft in opdracht van Actief Bodembeheer de Kempen (ABdK) in Eindhoven een grondwaterkwaliteitmeetnet opgezet. Het grondwaterkwaliteitmeetnet is specifiek gericht op de problematiek van de zware metalen in de Kempen.

Op basis van reeds beschikbare gegevens en uitgevoerde studies is een ontwerp gemaakt voor het meetnet. In 2007 is het meetnet geïnstalleerd. Eind 2007 en begin 2008 is een eerste monitorings ronde uitgevoerd naar de kwaliteit van het grondwater.

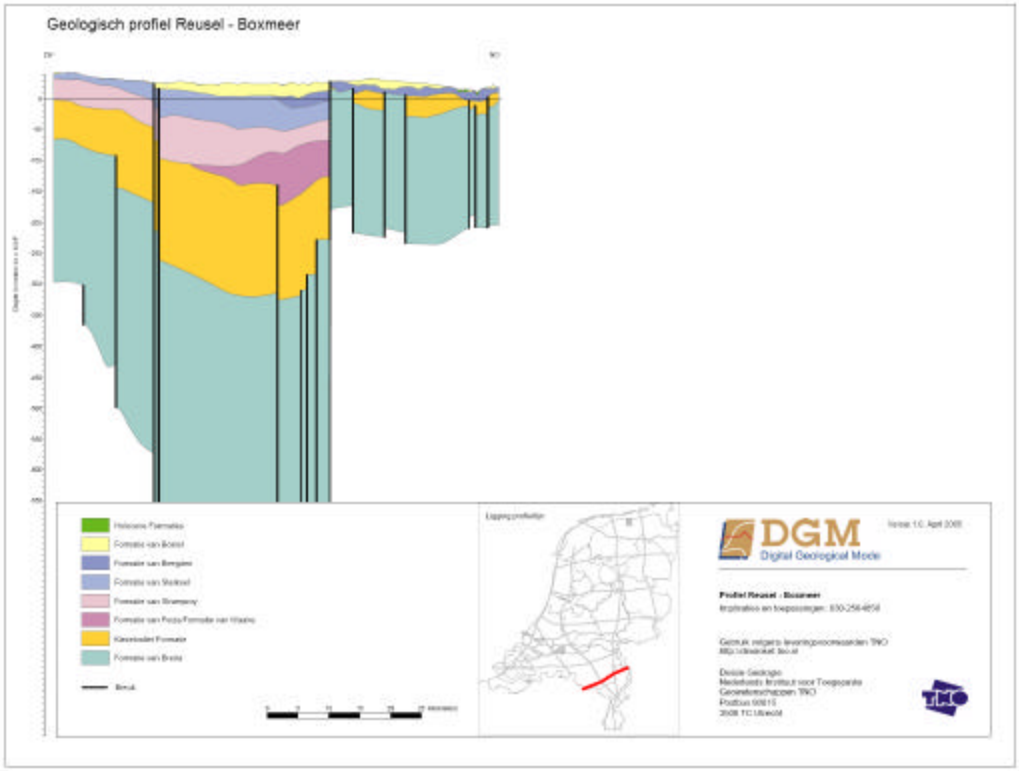
Eind 2009 is een tweede monitoringsronde uitgevoerd waarbij een gedeelte van de peilbuizen is bemonsterd. De resultaten van deze tweede monitoringsronde zijn opgenomen in deze rapportage.

Dit rapport is als volgt opgebouwd. Na deze inleiding wordt in hoofdstuk 2 een algemene beschrijving van de regionale bodemopbouw en geo(hydro)logie gegeven. Hoofdstuk 3 bevat een toelichting op de uitgevoerde bemonstering en het laboratoriumonderzoek gevolgd door hoofdstuk 4 met de analyseresultaten. In hoofdstuk 5 zijn de resultaten van de statistische analyse opgenomen en in hoofdstuk 6 wordt een voorstel gedaan voor de meetstrategie voor toekomstige meetrondes. Hoofdstuk 7 bevat de overige conclusies en aanbevelingen.

2 Regionale bodemopbouw en (geo)hydrologie

2 Regionale bodemopbouw en (geo)hydrologie

Het onderzoeksgebied kan worden verdeeld in twee deelgebieden, gescheiden door de Feldbiss-breuk. Het zuidwestelijke deel maakt deel uit van het Kempisch Plateau; de rest van het onderzoeksgebied valt binnen de Centrale Slenk. In de volgende tekst is een beknopte beschrijving opgenomen van de bodemopbouw binnen de deelgebieden. Een dwarsprofiel is opgenomen in de onderstaande figuur. Een vergrote versie is opgenomen in bijlage 1 (Geologisch profiel Reusel – Boxmeer; bron: TNO, Divisie Geologie).



Figuur 2.1 Geologisch profiel

2.1 Kempisch Plateau

Ter plaatse van het Kempisch Plateau bestaat de bodem uit een relatief dunne deklaag (hooguit enkele meters dikte), die deels ook ontbreekt. De deklaag bestaat uit holocene afzettingen en afzettingen uit de Formatie van Boxtel (fijn zand, leem).

Het onderliggende watervoerende pakket behoort tot de formatie van Sterksel. Deze formatie bestaat overwegend uit grof zand (rivierafzettingen van de Rijn en de Maas). Fijnere lagen kunnen ook voorkomen (bijvoorbeeld klei, fijn zand), waardoor het pakket niet als homogeen kan worden beschouwd.
De dikte van de formatie van Sterksel in het onderzoeksgebied ten zuidwesten van de Feldbiss-breuk varieert tussen enkele meters aan de zuidwestzijde en circa 30 meter nabij de Feldbiss-breuk.

Onder de formatie van Sterksel bevindt zich de formatie van Stramproy, bestaande uit fijner materiaal (beekafzettingen, eolische afzettingen).

2.2 Centrale Slenk

In de Centrale Slenk is sprake van een relatief dikke deklaag, die behoort tot de formatie van Boxtel. Deze bestaat uit een afwisseling van fijn zand (dekzand), leem en veenafzettingen.
De dikte varieert van ongeveer vijf meter nabij Budel en Weert tot 30 meter ten noorden van Eindhoven. Het pakket is niet homogeen en de doorlatendheid kan daardoor ook variëren.

Onder de deklaag bevindt zich het watervoerende pakket dat behoort tot de formatie van Sterksel (Rijn- en Maasafzettingen) en aan de noordoostzijde van het gebied ook de formatie van Beegden (Maasafzettingen). Overwegend bestaat dit pakket uit grof zand. Er komen ook fijnere lagen voor (bijvoorbeeld klei en fijn zand).

Onder het watervoerende pakket bevindt zich een scheidende laag behorende tot de formaties van Waalre en Stramproy. Deze scheidende laag bevindt zich in het gehele gebied binnen de Centrale Slenk dieper dan 30 meter beneden maaiveld.

2.3 Grondwaterstroming

Binnen de Centrale Slenk is de regionale grondwaterstroming overwegend noord-noordwestelijk gericht. Op het Kempisch Plateau is regionaal sprake van een overwegend noord-noordoostelijke grondwaterstroming.

3 Veldwerk en laboratoriumonderzoek

3 Veldwerk en laboratoriumonderzoek

3.1 Algemeen

TNO heeft bij het ontwerp van het meetnet het onderzoeksgebied opgedeeld in homogene gebieden. De indeling is gebaseerd op:

- Landgebruik (landbouw of natuur)
- Hydrologische situatie (infiltratie, intermediair of kwel)
- Ligging binnen of buiten het brongebied

In het kader van het meetnet zijn in 2007 op 80 locaties, verspreid over het onderzoeksgebied, peilbuizen geplaatst. De diepte van de boringen en het aantal peilbuizen variëren per gebiedstype. Een overzicht is gegeven in de volgende tabellen. Opgemerkt wordt dat tijdens de uitvoering door locatiespecifieke omstandigheden (bijvoorbeeld storende lagen) op sommige locaties in geringe mate is afgeweken van de aangegeven filterdiepten.

Tabel 3.1 Boordiepte, aantal filters en filterstelling per gebiedstype

Gebiedstype	Diepte boring (m – mv)	Aantal filters per locatie	Aantal locaties	Aantal filters
Natuur-infiltratie	35	5	16	80
Natuur-intermediair	25	4	16	64
Landbouw-infiltratie	35	5	16	80
Landbouw-intermediair	25	4	16	64
Natte gebieden (kwel)	5	2	16	32
Totaal			**80**	**320**

Tabel 3.2 Filterstelling peilbuizen

Filternummer	Filterdiepte van (m-mv)	tot (m-mv)
1	1,5	2,5
2	4,0	5,0
3	9,0	10,0
4 *	20,0	21,0
5	33,0	35,0

* indien slechts 4 filters zijn geplaatst, is het diepste filter afgewerkt op 24-25 m-mv.

3.2 Tweede meetronde

In de rapportage van de eerste meetronde is een voorstel opgenomen voor het vervolg van de werkzaamheden. Dit is overgenomen uit het voorstel van TNO (TNO-rapport 2006-U-R0131/A).

Het voorstel is weergegeven in navolgende tabel.

Tabel 3.3 Voorstel meetstrategie

Gebiedstype	filter 1 1,5-2,5 m-mv	filter 2 4-5 m-mv	filter 3 9-10 m-mv	filter 4 20-21 m-mv	filter 5 33-35 m-mv
natuur-infiltratie	jaarlijks	jaarlijks	1x per 2 jaar	1x per 4 jaar	1x per 4 jaar
natuur-intermediar	jaarlijks	jaarlijks	1x per 4 jaar	1x per 4 jaar	-
landbouw-infiltratie	jaarlijks	jaarlijks	1x per 4 jaar	1x per 4 jaar	1x per 4 jaar
landbouw-intermediar	jaarlijks	1x per 2 jaar	1x per 4 jaar	-	-
kwel	1x per 2 jaar	-	-	-	-

In deze tweede meetronde zijn de peilbuizen bemonsterd die jaarlijks of tweejaarlijks dienen te worden bemonsterd (in de tabel geel gemarkeerd).

3.3 Bemonstering

De bemonstering van de peilbuizen is uitgevoerd in de periode van 6 november 2009 tot en met 17 december 2009.
De peilbuizen zijn bemonsterd conform het bemonsteringsprotocol dat door de opdrachtgever bij de offerte-aanvraag is verstrekt. Een kopie van het protocol ('Bemonsteringsprotocol voor het meetnet grondwaterkwaliteit de Kempen afgeleid van bemonsteringsprotocol LMG versie 5.0 en het PMG 2004 provincie Noord-Brabant') is opgenomen in bijlage 2 van dit rapport.

Tijdens de bemonstering bleek de grondwaterspiegel in een aantal ondiepe peilbuizen (filternummers 1 en/of 2) zich lager te bevinden dan het filter. Daarnaast was een aantal filters niet meer aanwezig of niet meer bruikbaar. Deze filters zijn derhalve niet bemonsterd.
Een overzicht van de niet bemonsterde peilbuizen is weergegeven in navolgende tabel.

Tabel 3.4 Overzicht afwijkingen

Locatienr.	Filternr.	Filterdiepte van (m-mv)	tot (m-mv)	Reden niet bemonsteren/afwjiking
6	1	1,5	2,5	peilbuis niet meer aanwezig; gebied is heringericht
6	2	4,0	5,0	peilbuis niet meer aanwezig; gebied is heringericht
21	1	2,0	3,0	grondwaterstand te laag
26	1	2,0	3,0	grondwaterstand te laag
32	1	2,0	3,0	grondwaterstand te laag
33	1	1,5	2,5	grondwaterstand te laag
36	1	2,5	3,5	grondwaterstand te laag
45	1	2,0	3,0	peilbuis defect; stijgbuis is op diepte afgebroken
45	2	4,0	5,0	peilbuis defect; stijgbuis is op diepte afgebroken
47	1	2,5	3,5	grondwaterstand te laag
52	1	2,5	3,5	grondwaterstand te laag
53	1	4,0	5,0	grondwaterstand te laag
55	2	-	-	filters 2 en 3 gecombineerd i.v.m. storende lagen
58	1	2,0	3,0	grondwaterstand te laag
63	1	2,0	3,0	grondwaterstand te laag
64	1	2,0	3,0	grondwaterstand te laag
67	1	3,5	4,5	grondwaterstand te laag
71	2	4,0	5,0	grondwaterstand te laag
73	1	2,0	3,0	grondwaterstand te laag
74	1	2,0	3,0	grondwaterstand te laag
76	1	2,0	3,0	grondwaterstand te laag
78	1	2,0	3,0	grondwaterstand te laag
83	1	1,5	2,5	grondwaterstand te laag
94	1	1,5	2,5	grondwaterstand te laag
97	1	2,0	3,0	peilbuis defect; onbruikbaar gemaakt door vandalen
97	2	4,0	5,0	peilbuis defect; onbruikbaar gemaakt door vandalen

Uit de tabel blijkt dat in totaal 26 filters niet zijn bemonsterd. In totaal zijn er 151 peilbuisfilters bemonsterd.

3.4 Laboratoriumonderzoek

De grondwatermonsters uit de tweede meetronde zijn geanalyseerd op:

- Zware metalen: Cd, Zn, Pb, Cu, Ni, Cr, Hg, Co, Ba, Mo
- Macro-elementen: Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Cl, SO_4
- Nutriënten: NH_4, NO_3, PO_4
- DOC en alkaliteit
- pH, en HCO_3 zijn zowel in het veld als in het laboratorium bepaald
- EGV (op diepte) is in het veld geplaatst.

De chemische analyses zijn conform AS3000 uitgevoerd door het NEN-EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerde milieulaboratorium van AL-West.

4 Analyseresultaten

4 Analyseresultaten

4.1 Algemeen

De analyseresultaten van het grondwater zijn getoetst aan de STI-waarden uit de Wet bodembescherming (opgenomen in de Circulaire bodemsanering 2009, staatscourant 67, april 2009). Dit toetsingskader bestaat uit **S**treefwaarden, **T**ussenwaarden voor nader onderzoek en **I**nterventiewaarden. De toetsingswaarden zijn weergegeven in bijlage 3.

In bijlage 4 zijn de analyseresultaten en de gemeten waarden tijdens de bemonstering in tabelvorm weergegeven. Daarnaast zijn de analysecertificaten evenals de getoetste analyseresultaten per locatie digitaal aan de opdrachtgever geleverd (CD zie bijlage 9).

In bijlage 5 zijn de analyseresultaten grafisch weergegeven.
Op de eerste tekening zijn de locaties van de geplaatste peilbuizen weergegeven. Vervolgens zijn de concentraties zink en cadmium (de maatgevende stoffen) in alle in deze tweede ronde bemonsterde peilbuizen per filterdiepte weergegeven (tekeningen 1 tot en met 9).
Op de tekeningen 12 tot en met 23 zijn de concentraties zink en cadmium van de twee ondiepste filters weergegeven per onderscheiden gebiedstype.

De interpretatie van de analyseresultaten en de ruimtelijke verdeling komt aan bod in hoofdstuk 5.

In tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de opgenomen tekeningen in bijlage 5.

Tabel 4.1 Tekeningen in bijlage 5

Tekeningnummer	Omschrijving	Gemiddelde filterdiepte	
		van (m-mv)	tot (m-mv)
1	Peilbuislocaties		
2	Zinkgehalten filter 1	1,5	2,5
3	Zinkgehalten filter 2	4	5
4	Zinkgehalten filter 3	9	10
7	Cadmiumgehalten filter 1	1,5	2,5
8	Cadmiumgehalten filter 2	4	5
9	Cadmiumgehalten filter 3	9	10
12	Zinkgehalten filter 1 kwel	1,5	2,5
13	Zinkgehalten filter 2 kwel	4	5
14	Zinkgehalten filter 1 intermediair	1,5	2,5
15	Zinkgehalten filter 2 intermediair	4	5
16	Zinkgehalten filter 1 infiltratie	1,5	2,5
17	Zinkgehalten filter 2 infiltratie	4	5
18	Cadmiumgehalten filter 1 kwel	1,5	2,5
19	Cadmiumgehalten filter 2 kwel	4	5
20	Cadmiumgehalten filter 1 intermediair	1,5	2,5
21	Cadmiumgehalten filter 2 intermediair	4	5
22	Cadmiumgehalten filter 1 infiltratie	1,5	2,5
23	Cadmiumgehalten filter 2 infiltratie	4	5

4.2 Wijzigingen in de verontreiniginggraad

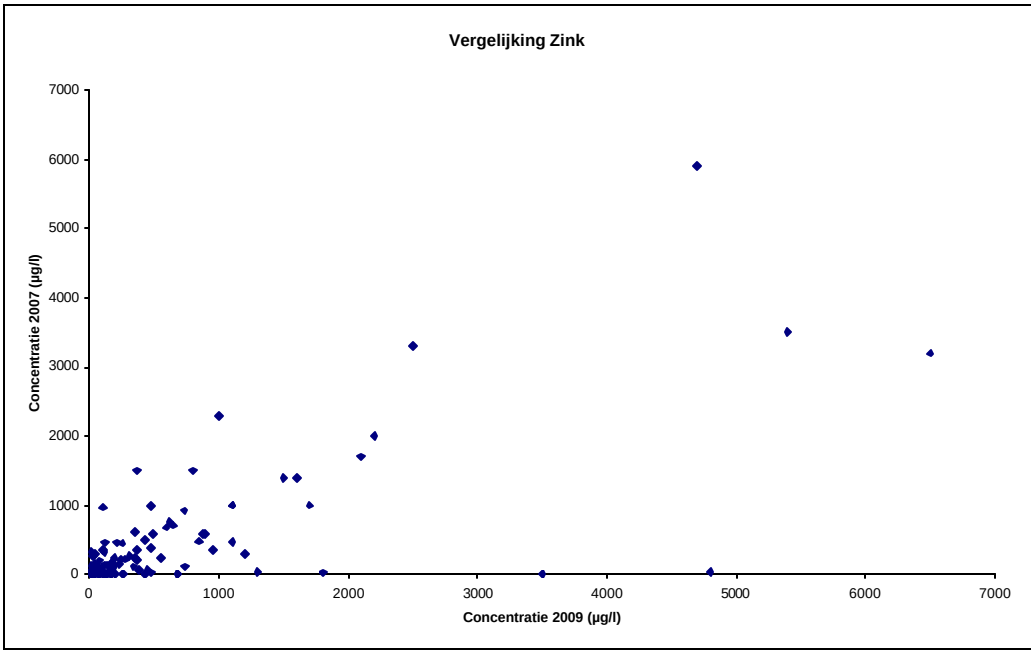
De meetreeks beperkt zich nu nog tot twee meetrondes. Dit heeft tot gevolg dat eventuele trends niet kunnen worden ontdekt of onderbouwd. Hiervoor is een langjarige meetreeks noodzakelijk. De vergelijking tussen de meetwaarden in 2007, begin 2008 en nu eind 2009 geeft wel een verdere onderbouwing van de bruikbaarheid van de meetwaarden voor het ondiepe grondwater:

- Er kan beter worden gemotiveerd of de eerste meetwaarde representatief is voor de locatie waar de peilbuis is geplaatst; eventuele verstorende effecten tijdens de eerste monstername kunnen worden geverifieerd en gericht worden meegenomen in de vervolgmonitoring
- Is de verwachting dat er sprake kan zijn van trends naar de toekomst, of worden waarden overwegend bepaald door korte termijneffecten
- Zijn er locaties die in de vervolgmonitoring extra aandacht behoeven (bijvoorbeeld met sterke verontreiniging, of een opvallende af- of toename van de verontreiniging)

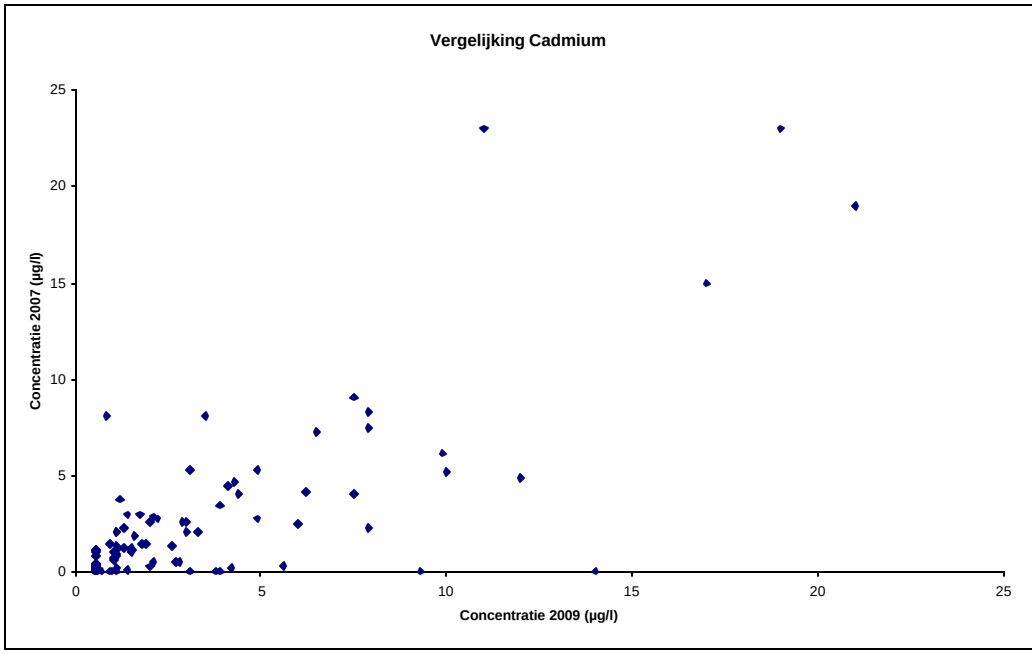
- De eerder bepaalde relaties tussen de diverse (macro)parameters en de verontreiniginggraad worden beter geverifieerd

Bij de vergelijking dient te worden opgemerkt dat met het in werking treden van AS3000 de gerapporteerde detectielimieten van een aantal stoffen (waaronder zink en cadmium) naar boven toe zijn bijgesteld.

Om de wijzigingen te illustreren zijn de gemeten concentraties zink en cadmium van beide meetrondes tegen elkaar uitgezet in de onderstaande figuren.



Figuur 4.1 Vergelijking gemeten zinkconcentraties



Figuur 4.2 Vergelijking gemeten cadmiumconcentraties

Uit de grafieken blijkt dat de waarden over het algemeen met elkaar overeen komen.
Op een beperkt aantal locaties blijken wel duidelijke afwijkingen voor te komen. Deze staan weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 4.2 Duidelijke afwijkingen in resultaten

Peilbuis	gebiedstype	Cadmium 2009 (µg/l)	Cadmium 2007 (µg/l)	Zink 2009 (µg/l)	Zink 2007 (µg/l)	
Pb 33 F(4-5)	Lb-Inf-Mon	<0,80	<0,1	680	7,8	toename
Pb 51 F(2-3)	Lb-Int-Mon	3,1	<0,1	1300	32	toename
Pb 58 F(4-5)	Lb-Int-Mon	0,85	8,1	100	970	afname
Pb 61 F(2.7-3.7)	Nat-Inf-Bro	5,6	0,32	450	58	toename
Pb 62 F(2-3)	Nat-Inf-Bro	3,8	<0,1	4800	35	toename
Pb 63 F(5.8-6.8)	Nat-Inf-Bro	14	<0,1	1800	21	toename
Pb 63 F(11.8-12.8)	Nat-Inf-Bro	9,3	<0,1	3500	4,5	toename
Pb 84 F(1.5-2.5)	Nat-Int-Bro	4,9	5,3	360	1500	afname
Pb 87 F(2-3)	Nat-Int-Bro	<0,80	<0,1	680	6,9	toename
Pb 98 F(2-3)	Nat-Int-Mon	4,2	0,22	740	110	toename
Pb 98 F(7.3-8.3)	Nat-Int-Mon	<1,0	<0,1	470	27	toename

Opvallend is dat op de meeste locaties waar sprake is van een wijziging een toename optreedt in de concentraties. Een oorzaak is niet bekend en kan mogelijk blijken uit de toekomstige monitoring.

Specifiek dient ook peilbuis 21 te worden genoemd waar in de eerste onderzoeksronde hoge concentraties zijn aangetroffen. In deze tweede monitoringsronde wordt de hoge concentratie bevestigd.

Ook zijn boxplots samengesteld waarbij over elkaar zowel de waarden uit 2007-2008 als de waarden uit 2009 zijn weergegeven (verder toegelicht in het volgende hoofdstuk en opgenomen in bijlage 7). Hierbij wordt opgemerkt dat de waarden voor 2007-2008 zijn gecorrigeerd naar de huidige hogere detectielimieten, waardoor een verschil ontstaat met de figuren uit de eerdere rapportage.

5 Dataverwerking

5 Dataverwerking

Het meetnet heeft een groot aantal data opgeleverd van zowel de grondwaterkwaliteit (op verschillende locaties, gebiedstypes en diepte) als overige gegevens van het grondwater. Naast de ruimtelijke analyse zoals uitgevoerd door middel van GIS (in bijlage 5) is ook een statistische analyse uitgevoerd, met als specifiek doel te achterhalen of bepaalde factoren (grondwatersamenstelling, gebiedstype) van invloed zijn op de grondwaterkwaliteit zoals aangetroffen.

De statistische analyse heeft bestaan uit een drietal onderdelen:

- De algemene beschrijving van de dataset
  (welke gegevens zijn er en hoe zijn deze statistisch verdeeld)
- Verbanden tussen enerzijds de algemene samenstelling van het grondwater en anderzijds de gehalten aan zware metalen (correlaties tussen parameters)
- Verbanden tussen het gebiedstype (en diepte) en de gehalten zware metalen

De statistische analyse is alleen uitgevoerd voor de nieuw verkregen resultaten (dus zonder de diepe peilbuizen die in de eerste meetronde wel zijn meegenomen); in de figuren zijn de resultaten van de voorgaande bemonsteringsronde (inclusief het diepe grondwater) wel ter illustratie meegenomen.

5.1 Totale dataset

5.1.1 Algemene screening

Na de eerste meetronde is een screening verricht welke data mogelijk relevant zijn en welke data in dat stadium (eerste ronde meetnet) minder bruikbaar waren. Door middel van deze analyse blijken een aantal parameters niet of slechts incidenteel de detectielimiet te overschrijden.
Deze getallen zijn voor de algemene statistische analyse niet bruikbaar (maar kunnen in een eventueel vervolgtraject op het meetnet mogelijk wel waarde hebben, om bijvoorbeeld trends te ontdekken).

De screening is herhaald voor de peilbuizen die in de tweede ronde zijn bemonsterd.
Dit is gedaan door middel van een analyse van de verdeling van de verschillende gemeten parameters.
Dit is weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 5.1 Verdeling parameters

	minimum	mediaan	maximum	75%	90%	95%
cadmium (Cd)	<d	<d	21	2,15	6,2	9,6
zink (Zn)	<d	<d	6500	430	1100	1950
koper (Cu)	<d	<d	240	9,4	17	23,5
lood (Pb)	<d	<d	14	<d	<d	<d
barium (Ba)	<d	56	260	83,5	110	150
chroom (Cr)	<d	<d	22	1,35	2,4	3,4
kobalt (Co)	<d	5,1	95	13,5	37	48,5
kwik (Hg)	<d	<d	0,07	<d	<d	<d
molybdeen (Mo)	<d	<d	16	<d	<d	4
nikkel (Ni)	<d	10	210	26,5	61	94,5
chloride (mg/l)	<d	21	150	37,5	50	63,5
aluminium (Al)	<d	300	24000	1450	3600	6900
calcium (Ca)	290	18000	94000	32000	49000	58500
ijzer (Fe)	<d	450	68000	7100	14000	20500
kalium (K)	420	3800	110000	13000	32000	41500
magnesium (Mg)	92	4300	28000	6700	9300	12000
natrium (Na)	<d	13000	150000	22500	32000	39500
NH4-N (mg/l)	<d	0,09	470	0,355	1,2	4,35
totaal fosfaat (mg/l)	<d	<d	0,84	<d	<d	<d
nitraat als N (mg N/l)	<d	<d	93	5,95	20	35
bicarbonaat (mg/l)	<d	8,5	300	39,5	100	140
carbonaat (mg/l)	<d	<d	<d	<d	<d	<d
DOC (mg DOC/l)	0,36	5,5	120	11	23	31
hardheid (mmol/l)	<d	0,7	3,5	1,1	1,6	1,8
sulfaat (mg/l)	<d	49	2000	78,5	130	160
pH	4	5,5	7,4	6	6,6	6,8

Van de stoffen chroom, kwik, molybdeen en lood blijkt dat deze stoffen slechts in een zeer beperkt aantal gevallen worden aangetroffen. Dit geldt ook voor de macroparameters fosfaat en carbonaat.

De verdere analyse zal zich – in overeenstemming met de analyse na de eerste bemonsteringsronde - richten op de gehalten cadmium en zink, mede in relatie tot de overige meetwaarden. Nikkel blijkt ook in verhoogde gehalten voor te komen, maar wordt niet gezien als een specifiek metaal dat in relatie kan worden gebracht met de historische activiteiten in de regio; daarbij kan nikkel ook van nature in verhoogde concentraties voorkomen. Barium en kobalt zijn metalen die recentelijk zijn toegevoegd aan de standaard-analysepakketten en waarvan (met name barium) nog onvoldoende duidelijk is welke concentraties van nature voor komen.

5.1.2 Verdeling

Er is een analyse verricht op de verdeling van de verschillende verkregen data. Hieruit komt naar voren dat de data niet normaal zijn verdeeld. Een betere beschrijving wordt verkregen door een log-normale verdeling (in ieder geval voor de gehalten zink). Voor andere data is de log-normale verdeling weliswaar een betere beschrijving, maar deze beschrijving is niet optimaal.
De uitwerking van deze analyse is opgenomen in bijlage 8.

Het bovenstaande heeft een aantal gevolgen:

- Nieuw te verkrijgen data kunnen niet getoetst worden aan bestaande data (er kan nooit met zekerheid worden gesteld in hoeverre getallen binnen een bestaande populatie vallen)
- De verbanden die worden verkregen in de correlatieanalyse hebben slechts een beperkte betekenis: dat wil zeggen dat er wel een goede of minder goede indicatie naar voren kan komen of er een verband is tussen een of meerdere parameters, maar het berekende getal voor de correlatie is geen absoluut getal

5.2 Correlaties gehele dataset

Rekening houdend met de gegevens die uit de analyse van de totale dataset naar voren zijn gekomen (geen duidelijke beschrijving verdeling) is besloten wel een analyse te doen op de correlatie tussen verschillende parameters (gehele dataset). De berekeningen zijn uitgevoerd voor de log van de getallen (omdat dit toch een betere benadering lijkt dan de absolute getallen) en alleen op de rangorde van de verkregen data (dwz. laagste waarde is 1 en hoogste waarde is 151 = aantal data). De berekende correlaties zijn weergegeven in de volgende tabellen. De hoge (positief of negatief) correlaties zijn rood weergegeven.

Tabel 5.2 Correlaties tussen log-data

	Cd	Zn	Cu	Ni	Cl	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	NH4	PO4	NO3	DOC	hardheid	SO4	pH	Ba	Co	Mo
Cd	1,00																				
Zn	0,78	1,00																			
Cu	0,32	0,28	1,00																		
Ni	0,25	0,41	0,11	1,00																	
Cl	-0,10	-0,08	0,08	-0,01	1,00																
Al	0,61	0,60	0,38	0,32	-0,13	1,00															
Ca	-0,30	-0,25	0,03	0,04	0,58	-0,39	1,00														
Fe	-0,49	-0,44	-0,30	-0,10	0,27	-0,35	0,16	1,00													
K	-0,14	-0,10	0,36	0,06	0,33	-0,07	0,57	-0,06	1,00												
Mg	-0,20	-0,16	0,03	0,21	0,55	-0,27	0,84	0,18	0,54	1,00											
Na	-0,14	-0,11	0,11	-0,12	0,70	-0,20	0,34	0,27	0,21	0,29	1,00										
NH4	-0,33	-0,29	-0,12	0,07	0,29	-0,12	0,25	0,63	0,20	0,22	0,20	1,00									
PO4	-0,08	-0,02	0,05	-0,02	-0,09	-0,08	0,05	-0,05	0,04	0,04	-0,05	0,02	1,00								
NO3	0,39	0,34	0,46	0,18	0,01	0,41	0,18	-0,64	0,44	0,23	-0,07	-0,28	0,10	1,00							
DOC	-0,16	-0,14	0,30	-0,10	0,41	0,16	0,33	0,29	0,46	0,15	0,35	0,36	0,02	0,02	1,00						
hardheid	-0,31	-0,26	0,05	0,07	0,58	-0,37	0,97	0,15	0,55	0,88	0,34	0,26	0,04	0,21	0,29	1,00					
SO4	0,00	-0,01	0,09	0,27	0,46	0,07	0,50	0,28	0,38	0,53	0,28	0,42	-0,14	0,08	0,21	0,50	1,00				
pH	-0,59	-0,55	-0,19	-0,35	0,19	-0,89	0,47	0,28	0,24	0,27	0,28	0,13	0,13	-0,33	0,21	0,44	-0,12	1,00			
Ba	-0,02	-0,03	0,11	0,02	0,32	0,02	0,24	0,15	0,21	0,27	0,26	0,06	-0,13	0,11	0,23	0,25	0,17	0,00	1,00		
Co	0,27	0,40	0,09	0,85	0,09	0,35	0,06	-0,06	0,09	0,23	-0,05	0,11	-0,08	0,14	-0,07	0,09	0,37	-0,39	0,03	1,00	
Mo	0,04	0,04	0,11	0,13	-0,16	0,08	-0,01	-0,05	0,07	0,01	-0,08	-0,08	0,25	0,09	0,04	-0,01	0,06	0,01	-0,07	0,08	1,00

De concentraties zink en cadmium blijken goed met elkaar te correleren. Dit werd op voorhand verwacht; beide stoffen zijn kenmerkend voor met zink belaste gebieden en ze hebben vergelijkbare chemische en fysische eigenschappen.
Specifiek voor de stoffen zink en cadmium komt een positieve correlatie naar voren met aluminium. De correlatie met de pH is negatief. De respectievelijk positieve en negatieve correlaties met ijzer, nikkel en nitraat uit de eerste meetronde zijn nu minder duidelijk.
Op mogelijke oorzaken wordt verder ingegaan in § 5.2.1.

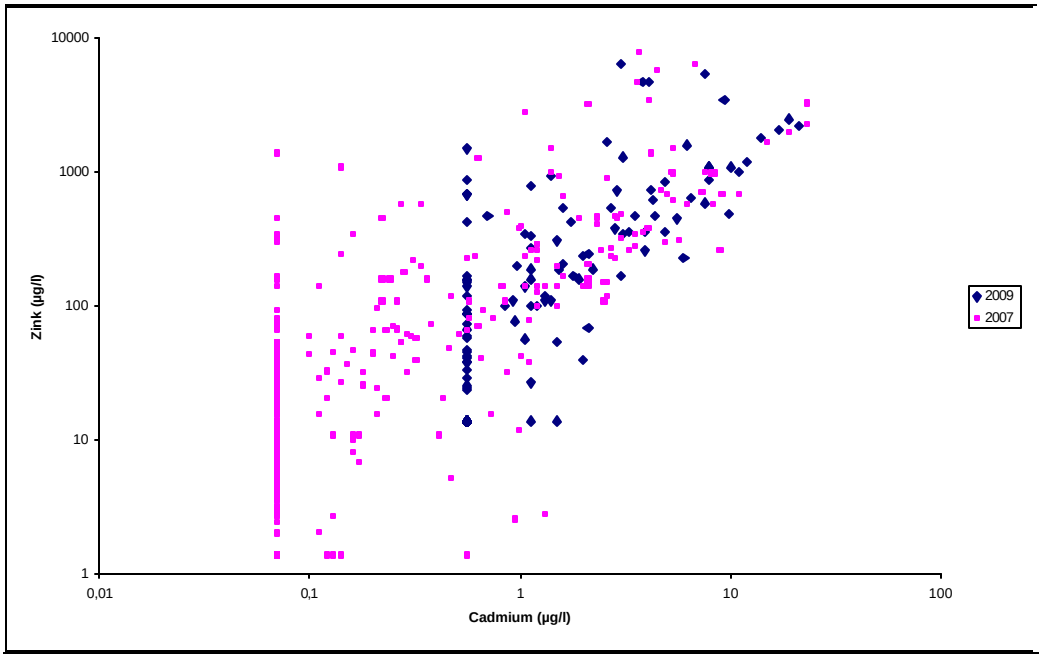
De berekende correlaties op rangorde van de meetwaarden zijn weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 5.3 Correlaties op rangorde

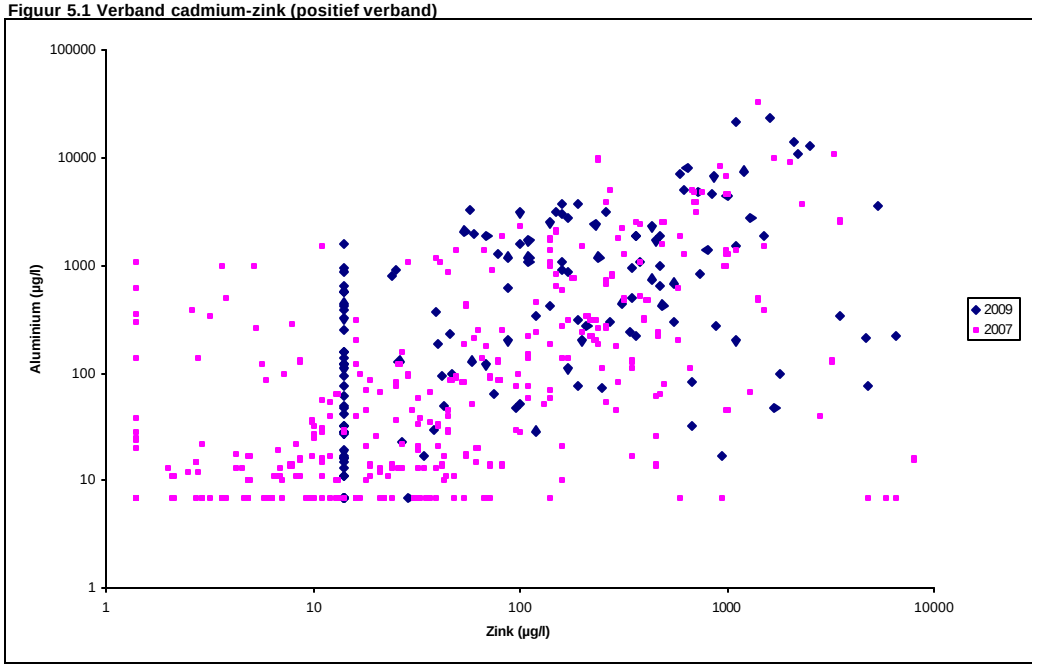
	Cd	Zn	Cu	Ni	Cl	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	NH4	PO4	NO3	DOC	hard heid	SO4	pH	Ba	Co	Mo
Cd	1,00																				
Zn	0,77	1,00																			
Cu	0,39	0,38	1,00																		
Ni	0,27	0,43	0,16	1,00																	
Cl	-0,15	-0,15	0,06	-0,06	1,00																
Al	0,62	0,62	0,41	0,29	-0,16	1,00															
Ca	-0,26	-0,30	0,10	-0,07	0,86	-0,37	1,00														
Fe	-0,56	-0,47	-0,36	-0,09	0,27	-0,31	0,11	1,00													
K	-0,07	-0,08	0,30	0,06	0,35	-0,10	0,60	-0,04	1,00												
Mg	-0,14	-0,19	0,10	0,15	0,52	-0,22	0,79	0,10	0,63	1,00											
Na	-0,25	-0,17	0,07	-0,11	0,83	-0,24	0,45	0,32	0,30	0,38	1,00										
NH4	-0,48	-0,39	-0,25	-0,03	0,32	-0,25	0,25	0,68	0,20	0,22	0,30	1,00									
PO4	-0,11	-0,06	0,02	-0,02	-0,02	-0,05	0,02	0,00	-0,01	0,02	-0,03	0,08	1,00								
NO3	0,55	0,46	0,50	0,16	-0,11	0,45	0,04	-0,69	0,27	0,10	-0,22	-0,46	0,03	1,00							
DOC	-0,17	-0,14	0,21	-0,12	0,43	0,13	0,40	0,32	0,42	0,23	0,43	0,37	0,07	-0,05	1,00						
hardheid	-0,22	-0,28	0,11	-0,02	0,66	-0,35	0,98	0,10	0,62	0,87	0,45	0,25	0,01	0,06	0,36	1,00					
SO4	-0,07	-0,08	-0,01	0,18	0,48	0,03	0,47	0,32	0,40	0,55	0,43	0,36	-0,18	-0,07	0,26	0,51	1,00				
pH	-0,63	-0,58	-0,21	-0,33	0,22	-0,80	0,50	0,27	0,27	0,27	0,34	0,26	0,14	-0,39	0,23	0,45	-0,06	1,00			
Ba	-0,01	-0,03	0,08	0,06	0,33	0,04	0,23	0,14	0,22	0,25	0,29	0,11	-0,17	0,05	0,28	0,23	0,20	0,00	1,00		
Co	0,32	0,44	0,16	0,79	0,04	0,38	-0,08	-0,07	0,05	0,14	-0,05	0,02	-0,11	0,15	-0,04	-0,03	0,30	-0,41	0,06	1,00	
Mo	0,06	0,09	0,14	0,12	-0,17	0,09	-0,05	-0,07	0,01	-0,04	-0,10	-0,12	0,19	0,15	-0,02	-0,06	0,03	-0,02	-0,03	0,00	1,00

Het beeld van de berekende correlaties als wordt uitgegaan van rangordes is vergelijkbaar met de berekende correlaties op basis van de meetwaarden. Wel is nu ook een zwakke relatie tussen cadmium en ijzer en nitraat zichtbaar.

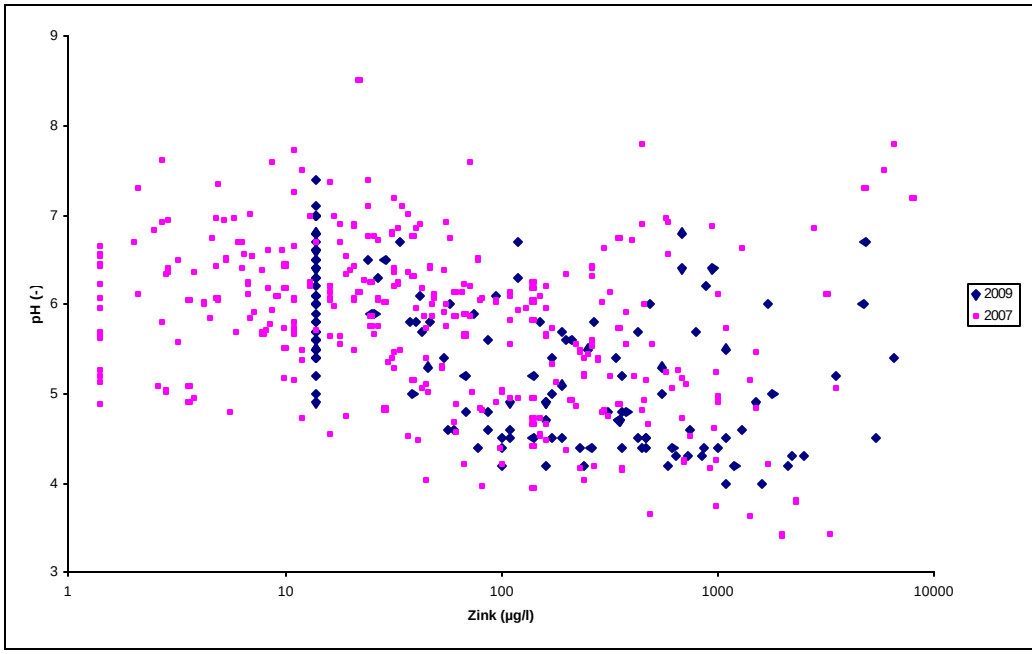
In de volgende figuren is een aantal relaties in grafiekvorm weergegeven. Achtereenvolgens worden de concentraties zink uitgezet tegen de concentraties cadmium, aluminium en de pH. Overige figuren zijn opgenomen in bijlage 6. Ter illustratie zijn ook de data uit de voorgaande meetronde opgenomen.



Figuur 5.1 Verband cadmium-zink (positief verband)



Figuur 5.2 Verband aluminium-zink (positief verband)



Figuur 5.3 Verband pH-zink (negatief verband)

5.2.1 Conclusies correlaties

Tussen de gehalten zware metalen (zink en cadmium) en een aantal bodemparameters blijken verbanden aanwezig te zijn. Het verband tussen zink/cadmium en aluminium is positief, het verband tussen zink/cadmium en pH is negatief. De eerder aangetoonde verbanden met ijzer en nitraat zijn minder sterk.

De verbanden kunnen verschillende oorzaken hebben. Een lagere pH leidt bijvoorbeeld tot een hogere oplosbaarheid van cadmium, zink en aluminium.

Dat de verbanden met ijzer en nitraat minder sterk zijn, kan erop duiden dat hier ook andere factoren een belangrijke rol spelen bijvoorbeeld de diepte waarop het grondwater is bemonsterd (dit valt nu gedeeltelijk weg, omdat de diepste peilbuizen niet zijn bemonsterd).
Deze mogelijkheid is al geopperd na de eerste meetronde, en dient bij verdere uitbreiding van de monitoringsset te worden meegenomen. Ook kan de hogere detectielimiet een rol spelen.

Daarnaast worden concentraties zink en cadmium mogelijk bepaald door het landgebruik, de afstand tot de verschillende bronnen: zowel lokaal als regionaal, verdunning en vastlegging die plaatsvindt enzovoorts.

Naast oorzakelijke verbanden kan er voor een aantal verbanden ook sprake zijn van 'toeval'. Er dient dus te allen tijde rekening mee te worden gehouden dat andere factoren van groter belang zijn op voorkomende gehalten dan de gehalten van stoffen zoals die zijn gemeten in dit meetnet. Eventuele verbanden kunnen in de toekomst mogelijk wel worden uitgewerkt (indien ook een trend in de tijd aanwezig blijkt).

Wat echter ook blijkt uit de analyse is dat de concentraties zink en cadmium helemaal niet lijken te correleren met een aantal andere gemeten parameters, hoewel dit op voorhand wellicht wel verwacht werd. Ook hier dient de opmerking te worden gemaakt dat de relatie er mogelijk wel is, maar andere factoren een dermate sterke invloed op de grondwaterkwaliteit ter plaatse hebben dat de relatie met deze (eenvoudige) statistische analyse niet meer is te achterhalen.

Uit de figuur waar de pH-waarden zijn weergegeven, blijkt dat de pH-waarden in deze meetronde globaal iets lager liggen dan de pH-waarden zoals die in de vorige meetronde zijn gemeten. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn, dat in deze ronde geen informatie is verzameld van het diepere grondwater, dat minder gevoelig is voor verzuring.

5.3 Gebiedstypen

Bij het ontwerp van het meetnet is gekozen voor een verdeling van de meetpunten over verschillende gebiedtypen. Per gebiedstype zijn op 8 locaties peilbuizen geplaatst.
De gemeten waarden per gebiedstype en per diepte zijn uitgezet in box-plots (waarin achtereenvolgens de minimale waarde, de 25-percentiel, de mediaan, de 75-percentiel en het maximum zijn weergegeven). De boxplots geven een indicatie van voorkomende concentraties binnen een gebiedstype.
Ter vergelijking zijn ook nieuwe boxplots gemaakt van de data uit de eerste meetronde, waarbij is gecorrigeerd naar de hogere detectielimieten van zink en cadmium.
Echt (significant) bruikbaar voor een vergelijking zijn ze niet, omdat per box-plot gebruik is gemaakt van maximaal acht waarnemingen (gebiedstype, diepte). Derhalve dienen deze vooral ter illustratie.

Voor een meer algemene verdeling van de zink- en cadmiumconcentraties per diepte (ongeacht het gebiedstype) wordt ook verwezen naar het bijgevoegde kaartmateriaal.

De boxplots zijn weergegeven in bijlage 7. De betekenis van de labels is weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 5.4 Overzicht labeling box-plots

Gebiedstype	Diepte	Label
natte gebieden brongebied	1,5 – 2,5 4,0 – 5,0	kwelbron-1 kwelbron-2
natte gebieden monitoring	1,5 – 2,5 4,0 – 5,0	kwelmon-1 kwelmon-2
landbouw infiltratie brongebied	1,5 – 2,5 4,0 – 5,0	lb-inf-bron-1 lb-inf-bron-2
landbouw infiltratie monitoring	1,5 – 2,5 4,0 – 5,0	lb-inf-mon-1 lb-inf-mon-2
landbouw intermediair brongebied	1,5 – 2,5 4,0 – 5,0	lb-int-bron-1 lb-int-bron-2
landbouw intermediair monitoring	1,5 – 2,5 4,0 – 5,0	lb-int-mon-1 lb-int-mon-2
natuur infiltratie brongebied	1,5 – 2,5 4,0 – 5,0 9,0 – 10,0	nat-inf-bron-1 nat-inf-bron-2 nat-inf-bron-3
natuur infiltratie monitoring	1,5 – 2,5 4,0 – 5,0 9,0 – 10,0	nat-inf-mon-1 nat-inf-mon-2 nat-inf-mon-3
natuur intermediair brongebied	1,5 – 2,5 4,0 – 5,0	nat-int-bron-1 nat-int-bron-2
natuur intermediair monitoring	1,5 – 2,5 4,0 – 5,0	nat-int-mon-1 nat-int-mon-2

De verschillende kentallen zijn eveneens weergegeven in navolgende tabel.

Tabel 5.5 Kentallen per gebiedstype en diepte

		Cd	(µg/l)				Zn	(µg/l)			
		min	25%	med	75%	max	min	25%	med	75%	max
TOTAAL		<d	<d	<d	2,15	21,0	<d	<d	95	430	6500
Kwel-Bron	-1	<d	<d	<d	<d	9,9	<d	<d	<d	234	490
Kwel-Bron	-2	<d	<d	<d	<d	2,1	<d	<d	<d	<d	250
Kwel-Mon	-1	<d	<d	<d	<d	2,6	<d	<d	<d	16,75	1700
Kwel-Mon	-2	<d	<d	<d	<d	1,3	<d	<d	<d	38	150
Lb-Inf-Bron	-1	<d	0,82	1,70	2,03	2,2	<d	35,25	119,5	185	550
Lb-Inf-Bron	-2	<d	<d	1,05	1,54	4,1	<d	87	190	350	4700
Lb-Inf-Mon	-1	<d	<d	<d	2,80	6,2	<d	47	120	380	1600
Lb-Inf-Mon	-2	<d	<d	<d	2,15	21,0	<d	<d	95	430	6500
Lb-Int-Bron	-1	<d	<d	0,93	1,45	1,5	<d	<d	28	51	120
Lb-Int-Bron	-2	<d	<d	1,12	1,26	1,6	<d	<d	58	240	950
Lb-Int-Mon	-1	<d	<d	1,28	2,75	3,1	<d	20,5	100	1015	6500
Lb-Int-Mon	-2	<d	<d	<d	0,78	3,5	<d	29,25	87,5	130	470
Nat-Inf-Bro	-1	1,12	3,10	3,80	5,60	6,0	230	350	450	800	4800
Nat-Inf-Bro	-2	<d	<d	6,15	9,43	17,0	<d	128,5	785	1275	2100
Nat-Inf-Bro	-3	<d	<d	<d	2,10	9,3	<d	<d	176,5	645	3500
Nat-Inf-Mon	-1	<d	0,85	1,03	3,34	10,0	78	139,5	165	402,5	1100
Nat-Inf-Mon	-2	<d	<d	1,12	1,60	7,5	<d	<d	27	170	590
Nat-Inf-Mon	-3	<d	<d	<d	0,94	1,4	<d	25,25	42,5	110	200
Nat-Int-Bro	-1	<d	0,84	4,90	9,45	19,0	<d	230	680	935	2500
Nat-Int-Bro	-2	<d	<d	<d	4,31	21,0	<d	<d	222	967,5	2200
Nat-Int-Mon	-1	1,05	2,18	3,60	4,73	6,5	<d0	162,5	405	715	840
Nat-Int-Mon	-2	<d	0,91	2,70	4,10	7,5	87	225	470	585	5400

6 Voorstel meetstrategie

6 Voorstel meetstrategie

In de voorgaande rapportage (na de eerste meetronde) is een voorstel opgenomen voor de volgende meetrondes, dat is overgenomen uit het TNO-rapport. Dit voorstel kan ons inziens worden gehandhaafd. Dit betekent dat over een jaar de volgende monitoringsronde dient plaats te vinden. Over twee jaar dienen alle peilbuizen te worden bemonsterd.
Bij de volgende monitoringsronden wordt geadviseerd in ieder geval alle peilbuizen mee te nemen, waar de concentraties sterk wisselden, zoals opgenomen in tabel 4.2. Dit betekent een kleine uitbreiding.
Daarnaast wordt geadviseerd ondiepe peilbuizen die nu defect bleken te herplaatsen.

Tabel 6.1 Voorstel meetstrategie

Gebiedstype	filter 1 1,5-2,5 m-mv	filter 2 4-5 m-mv	filter 3 9-10 m-mv	filter 4 20-21 m-mv	filter 5 33-35 m-mv
natuur-infiltratie	jaarlijks	jaarlijks	1x per 2 jaar	1x per 4 jaar	1x per 4 jaar
natuur-intermediar	jaarlijks	jaarlijks	1x per 4 jaar	1x per 4 jaar	-
landbouw-infiltratie	jaarlijks	jaarlijks	1x per 4 jaar	1x per 4 jaar	1x per 4 jaar
landbouw-intermediar	jaarlijks	1x per 2 jaar	1x per 4 jaar	-	-
kwel	1x per 2 jaar	-	-	-	-

7 Conclusies en aanbevelingen

7 Conclusies en aanbevelingen

De gemeten concentraties zink in het grondwater binnen het gebied blijken een log-normale verdeling te benaderen. De verschillen in concentraties binnen deze log-normale verdeling zijn echter dermate groot dat alleen bij zeer hoge concentraties met zekerheid kan worden gezegd dat er daadwerkelijk sprake is van een afwijking ten opzicht van voorkomende achtergrondgehalten. Voor andere stoffen blijkt een log-normale verdeling niet of in mindere mate het geval.

Een aan te tonen verband tussen enerzijds de concentraties zware metalen (cadmium en zink) en anderzijds overige parameters heeft een beperkte betekenis als gevolg van het ontbreken van een goede beschrijving van de verdeling. Er kan wel een indicatie van een verband naar voren komen, maar er is geen sprake van eenduidige correlatie.

Tussen de gehalten zware metalen (zink en cadmium) en een aantal bodemparameters blijken verbanden aanwezig te zijn. Er dient echter te allen tijde rekening mee te worden gehouden dat andere factoren van groter belang zijn op voorkomende gehalten dan de gehalten aan stoffen die zijn gemeten in dit meetnet.

Opvallend is dat er op een aantal locaties sprake is van een toename in concentraties (van zeer laag naar hoog), terwijl afname minder optreedt.

De resultaten van de eerste twee meetrondes bevestigen het beeld van de problematiek met zware metalen in het grondwater van De Kempen.

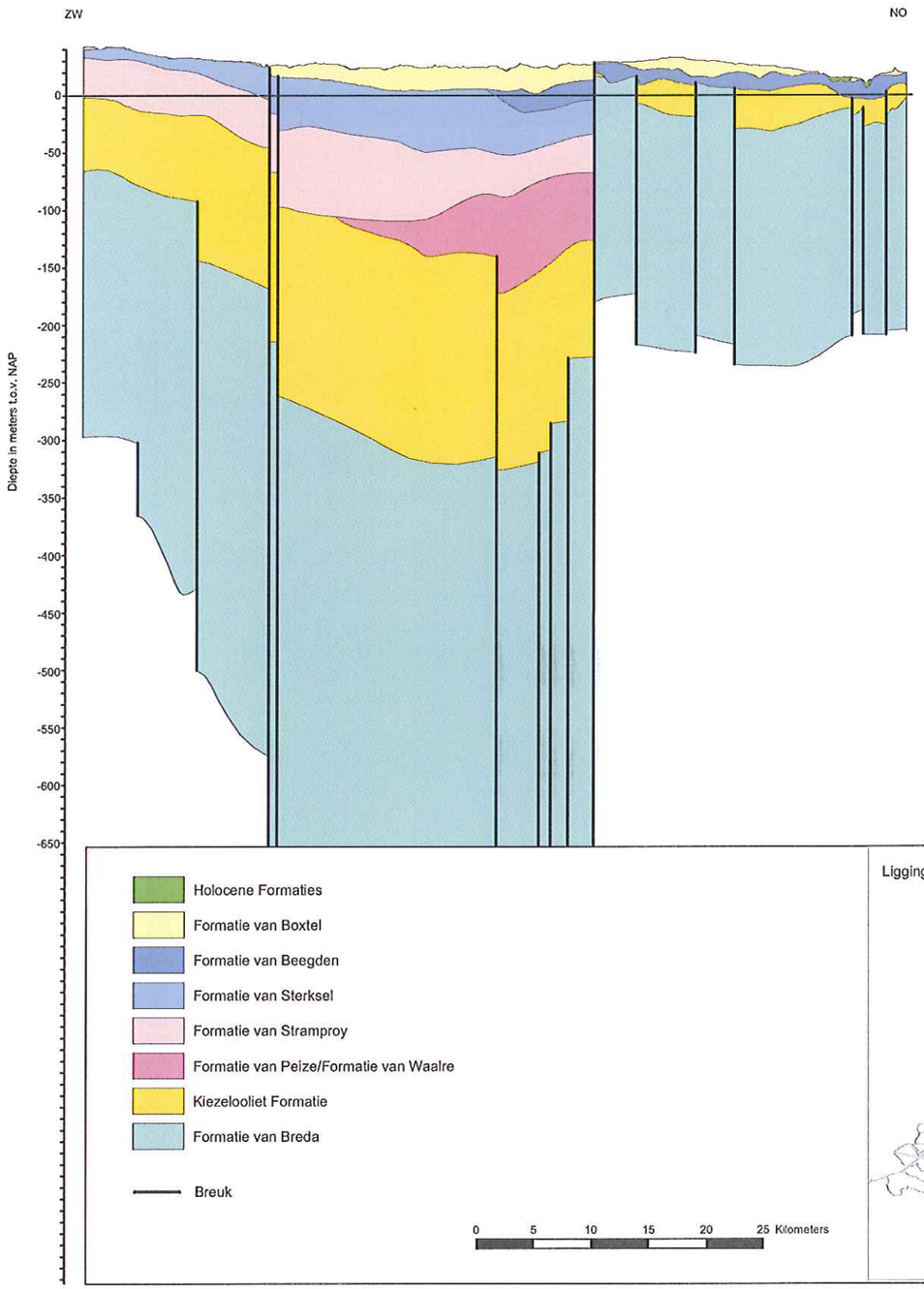
Verder wordt aanbevolen het grondwater te monitoren volgens de in hoofdstuk 6 weergegeven meetstrategie en in de komende jaren mogelijke trends in het verloop van de concentraties te achterhalen en verder uit te werken.

Bijlage

1

Geologisch profiel Reusel-Boxmeer

Geologisch profiel Reusel - Boxmeer

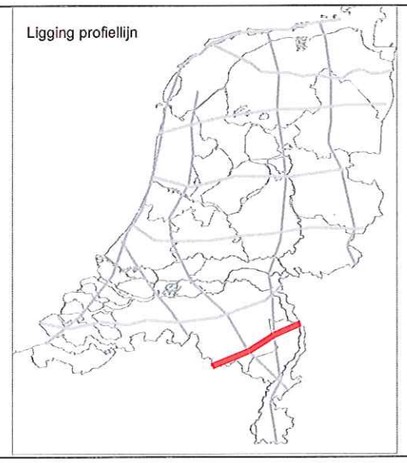


Holocene Formaties
Formatie van Boxtel
Formatie van Beegden
Formatie van Sterksel
Formatie van Stramproy
Formatie van Peize/Formatie van Waalre
Kiezelooliet Formatie
Formatie van Breda

Breuk

0 5 10 15 20 25 Kilometers

Ligging profiellijn



DGM
Digital Geological Mode

Versie 1.0, April 2005

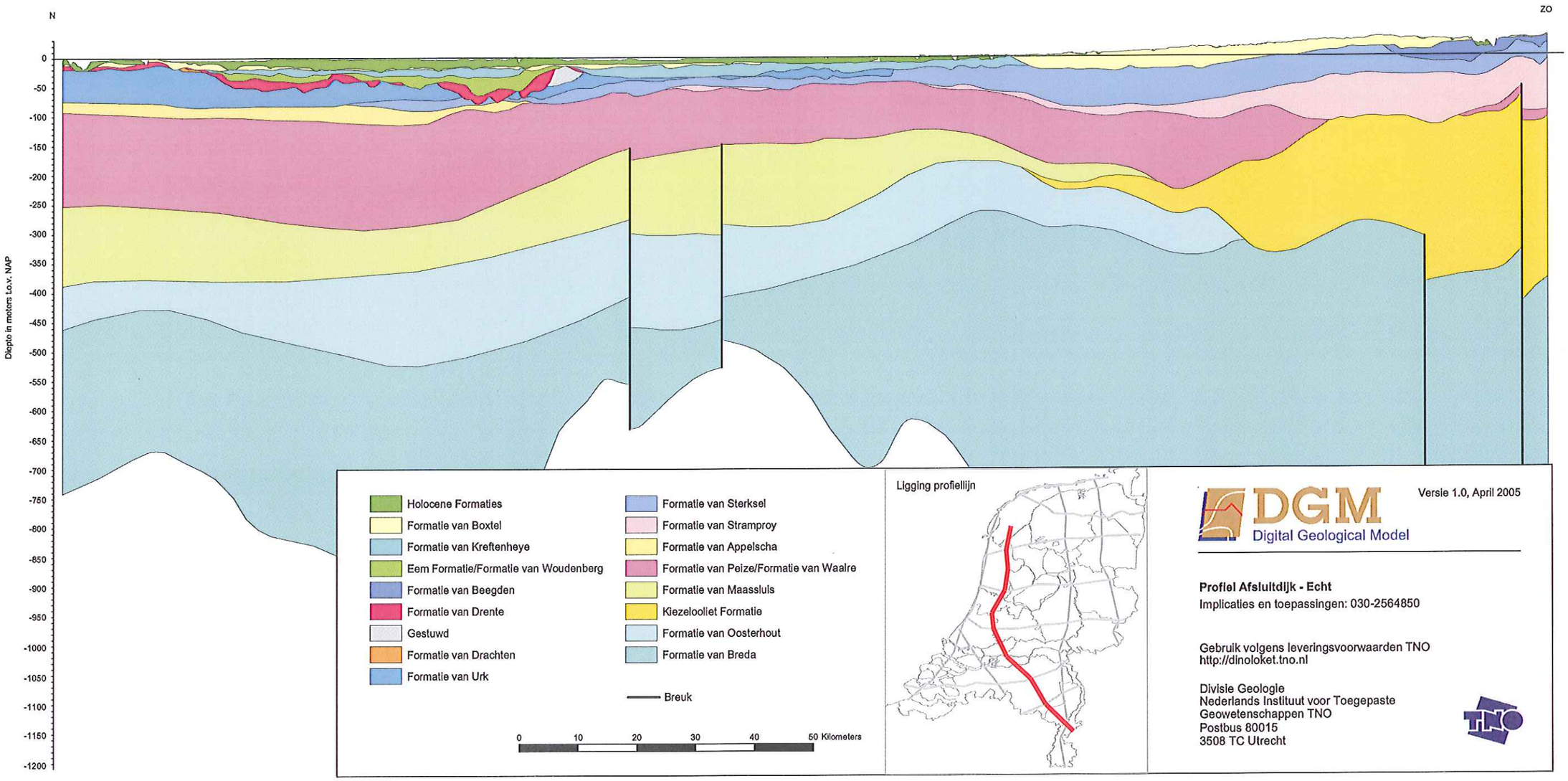
Profiel Reusel - Boxmeer

Implicaties en toepassingen: 030-2564850

Gebruik volgens leveringsvoorwaarden TNO
http://dinoloket.tno.nl

Divisie Geologie
Nederlands Instituut voor Toegepaste
Geowetenschappen TNO
Postbus 80015
3508 TC Utrecht

Geologisch profiel Afsluitdijk - Echt



DGM
Digital Geological Model

Versie 1.0, April 2005

Profiel Afsluitdijk - Echt

Implicaties en toepassingen: 030-2564850

Gebruik volgens leveringsvoorwaarden TNO
http://dinoloket.tno.nl

Divisie Geologie
Nederlands Instituut voor Toegepaste
Geowetenschappen TNO
Postbus 80015
3508 TC Utrecht

Bijlage

2

Bemonsteringsprotocol meetnet

Bijlage 2 Bemonsteringsprotocol voor het meetnet grondwaterkwaliteit de Kempen

(afgeleid van bemonsteringsprotocol LMG versie 5.0 en het PMG 2004 provincie Noord-Brabant)

Monstername vindt in het algemeen plaats in 2-inch buizen. Bij 2-inch buizen is het gebruik van de (Grundfos) onderwaterpomp voor zowel het afpompen als het bemonsteren vereist.

Afpompen

- Direct na opening van de peilbuis, vóór het afpompen, moet de grondwaterstand/stijghoogte en de diepte van de onderkant van het filter ten opzichte van de bovenkant van de peilbuis worden gemeten. Tevens wordt ook de kokerrand ten opzichte van de bovenkant van de peilbuizen gemeten.
- De peilbuizen worden afgepompt met een onderwaterpomp. Indien dit niet mogelijk is kan een centrifugaal- of kogelkleppomp worden gebruikt. Tijdens het afpompen moet de slang **boven** in de peilbuis worden gehangen, net onder de grondwaterspiegel. Het doorpompdebiet en de doorpomptijd moeten worden genoteerd.
- Overtollige slang die nog niet in de peilbuis hangt, maar straks wel nodig is als wordt bemonsterd in de buurt van het filter, moet schoon naast de peilbuis worden opgeborgen. Op een stuk schoon plastic of op een katrol.
- Het pompdebiet voor het afpompen mag niet te hoog zijn. Grundfos maximaal ± 150 Hz; centrifugaal- of kogelkleppomp maximaal afpompvolume 10 l/min. gedurende de eerste 10 minuten.
- Veldparameters (EGV, T en pH) worden de eerste 10 minuten om de drie minuten in een doorstroomcel of emmer gemeten.
- In onderstaande tabel is de minimale afpomptijd weergegeven. Deze afpomptijden garanderen onder normale omstandigheden dat het water uit de stijgbuis voldoende is ververst.

Diepte	Diameter 1-inch	Diameter 2-inch
tot 10 m	20 minuten	20 minuten
10-25 m	30 minuten	30 minuten
25-40 m	40 minuten	40 minuten

- Na de eerste 10 minuten afpompen wordt **het debiet verlaagd** (voor de Grundfos geldt 80-100 Hz) en wordt de doorstroomcel aangesloten waarin de veldparameters (pH, EGV, T, O_2) gedurende de resterende minuten (zie tabel), wederom om de drie minuten, worden gemeten.
- Indien zowel een ondiep als een diep filter tegelijkertijd worden afgepompt gaat het debiet van het diepere filter **gelijktijdig** omlaag met het debiet van het ondiepe filter.
- Voorkom dat het opgepompte water ter plaatse weer infiltreert. Voer het opgepompte water (bij voorkeur) af in een sloot of een hemelwater afvoer.
- Tijdens het afpompen worden de veldparameters op een monitorings-formulier genoteerd.

Veldmetingen tijdens afpompen

- Op de veldstaten vermelden welk type pompen zijn ingezet.

- De EGV, pH- en zuurstofelektroden moeten voorafgaand aan de metingen zorgvuldig worden gecalibreerd. Tevens moet er worden gecontroleerd op de betrouwbaarheid van de meetresultaten.
- Gedurende het afpompen worden de veldparameters (EGV, pH, T en zuurstof) om de 3 minuten gemeten en genoteerd.
- De monstername wordt pas gestart nadat de minimale afpomptijd is verlopen én de peilbuis minstens 3 maal is ververst én de veldparameters constant zijn geworden.

Monstername

- Na het afpompen, voordat de uiteindelijke bemonstering begint, wordt het debiet verlaagd naar ± 0,5 l/min (voor de Grundfos geldt de minimaal haalbare stand) en wordt de pomp **± 1 meter boven het filter** gehangen. Monstername voor 2' buizen geschied met de Grundfos onderwaterpomp en voor de 1' buizen wordt gebruik gemaakt van de slangen- of kogelkleppomp.
- Nadat de minimale afpomptijd is bereikt én de veldparameters constant zijn, wordt gestart met de bemonstering.
- Al het bemonsterde grondwater wordt gefiltreerd over <u>één</u> (wegwerp)filter van 0,45 µm. Als het wegwerpfilter dichtslaat kan een tweede wegwerpfilter worden ingezet. Als dit het geval is moet dit worden genoteerd.
- De aangeleverde monsterpotjes (m.u.v. de aangezuurde monsterflesjes) moeten eerst minimaal 2 maal worden gespoeld met monsterwater.
- Voorafgaand aan de gehele bemonsteringscampagne moeten <u>eenmalig</u> 3 blanco's worden meegenomen. Hiertoe moet een monsterpotje worden gevuld met demiwater wat door de filtreereenheid met een filter van 0,45 µm is geleid. De filtreereenheid moet op de slangenpomp worden aangesloten en eerst 30 seconden worden gespoeld met het te bemonsterde demiwater. Deze blanco's dienen om na te gaan of en zo ja in hoeverre de gebruikte apparatuur resulteert in concentraties zink en cadmium, dit om de detectiegrens vast te kunnen stellen.
- Voor monsters uit ondiepe filters (tot 5 m diep) wordt steeds een nieuwe PE-slang gebruikt.
- Voor de diepere filters wordt de PE-slang minimaal eenmaal daags vervangen, bij zichtbare verontreiniging in de slang wordt de slang eerder vervangen.
- Bij hergebruik wordt de PE-slang tijdens het uitnemen uit de peilbuis droog gemaakt met een doek en wordt de slang schoon opgeborgen.

Flesjes

In totaal worden de volgende flesjes gevuld:

	Aantal
aangezuurd PE-flesje (60 ml)	1
glazen flesje (100 ml)	1
bruin flesje (100 ml)	2

De aangegeven volumes betreffen minimale hoeveelheden. Voor wat betreft de volumes van de grondwatermonsters moet worden voldaan aan de eisen die het in te zetten laboratorium hieraan stelt.

Bepaling bicarbonaat-gehalten in het veld, tijdens monstername

Bicarbonaat dient in het veld met een voldoende mate van betrouwbaarheid te worden vastgesteld.

In situ meten van pH en EGV

Nadat de bemonstering heeft plaats gevonden worden de pH en het EGV in situ gemeten. Met behulp van een lange kabel worden de fysisch-chemische parameters ter hoogte van het filter bepaald.

Opmerkingen Onderhoud waarnemingsput
Noteer technische gebreken!
Pas indien nodig de situatieschets aan.
Meld eventuele verontreinigingen in of in de nabijheid van de waarnemingsput.

Veldwerkbus
De veldwerkbus moet voorzien zijn van een schoon en vies gedeelte. De generator mag niet samen met de onderwaterpomp worden opgeborgen.

Monsterconservering en aflevering
De monsters worden koel en donker bewaard.
Dagelijkse aflevering van monsters bij lab.

Bijlage

3

Toetsingswaarden grondwater

Bijlage 3 Toetsingswaarden grondwater

STI ondiep grondwater

	So	To	Io
METALEN			
barium	50	338	625
cadmium	0,40	3,2	6,0
chroom	1,0	16	30
kobalt	20	60	100
koper	15	45	75
kwik	0,050	0,18	0,30
lood	15	45	75
molybdeen	5,0	153	300
nikkel	15	45	75
zink	65	433	800
OVERIGE ANORGANISCH STOFFEN			
chloride	100000	-	-

So To Io: Streef-, Tussen- en Interventiewaarden grondwater [µg/l]

Streefwaarden grondwater en Interventiewaarden bodemsanering uit de Circulaire Bodemsanering 2009 (Staatscourant 17 april 2009, 67)

Bijlage

4

Analyseresultaten

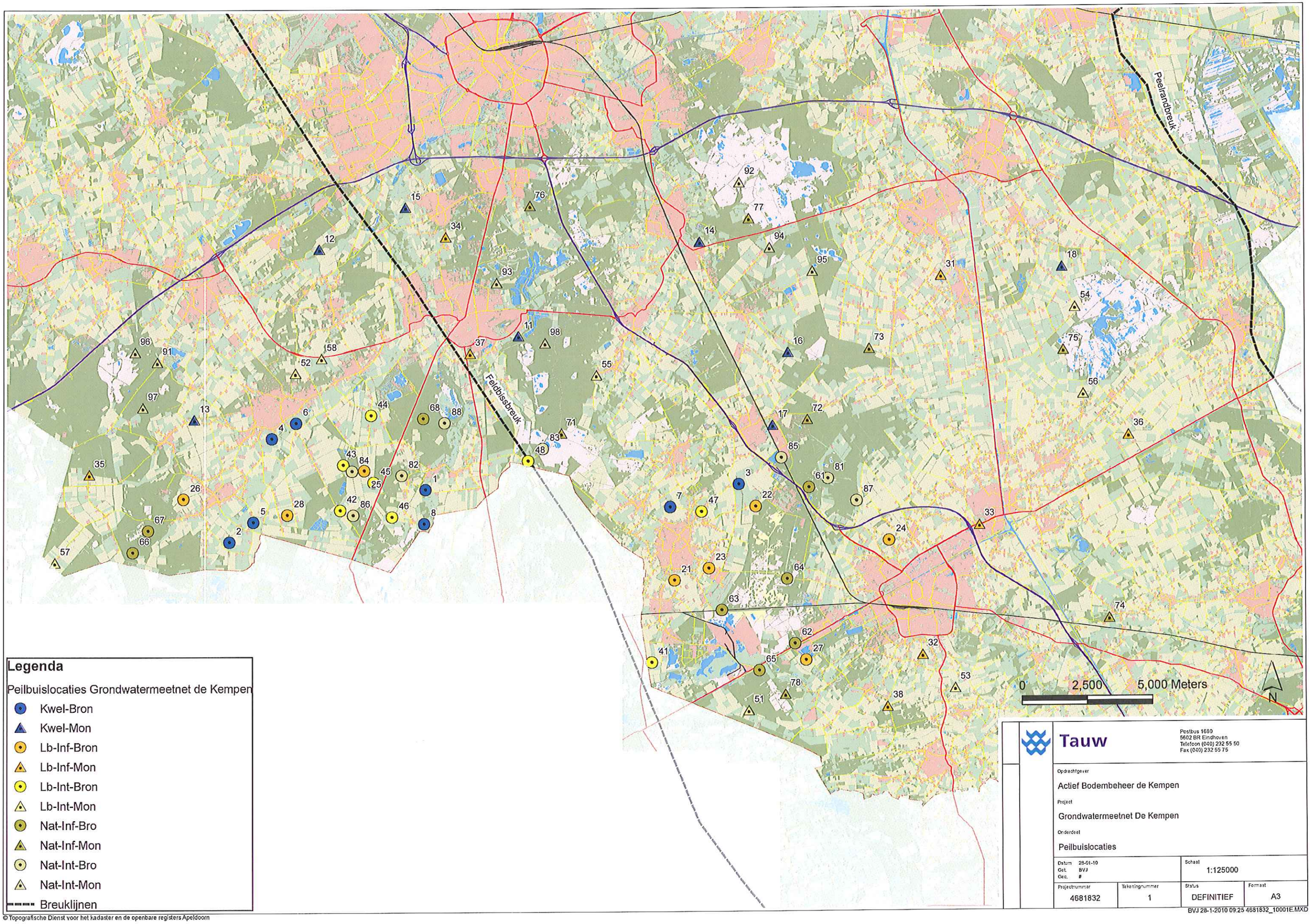
Peilbuis	Peilbuis	Filterdiepte (m mv)	cadmium (Cd)	zink (Zn)	koper (Cu)	lood (Pb)	barium (Ba)	chroom (Cr)	kobalt (Co)	kwik (Hg)	molybdeen (Mo)	nikkel (Ni)	chloride (mg/l)	aluminium (Al)	calcium (Ca)	ijzer (Fe)	kalium (K)	magnesium (Mg)	natrium (Na)	ammoniumstikstof als N (mg N/l)	totaal fosfaat (mg/l)	nitraat als N (mg N/l)	bicarbonaat (HCO3-) gehalte (mg/l)	carbonaat (CO3 2-) gehalte (mg/l)	DOC vlgs. NPR 6522 (mg DOC/l)	hardheid (mmol/l)	sulfaat (mg/l)	pH (diversen)
Pb 1 F(1.5-2.5)	1	1,5 - 2,5	<0,60 -	433 +	<5,0 -	<10 -	210 +	1,4 +	17 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	59 -	750	34000	10000	7100	8700	27000	0,26	<0,20	<0,50	13	<6,00	16	1,2	130	5,7
Pb 1 F(4-5)	1	4 - 5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	56 +	1 -	50 +	<0,05 -	<3,0 -	27 +	27 -	75	25000	10000	6900	8200	17000	0,21	<0,20	<0,50	9,9	<6,00	3,5	1	120	5,7
Pb 2 F(1.5-2.5)	2	1,5 - 2,5	<0,60 -	33 -	<5,0 -	<10 -	100 +	<1,0 -	47 +	<0,05 -	<3,0 -	61 ++	47 -	30	51000	34000	13000	13000	36000	0,15	<0,20	<0,50	50	<6,00	17	1,8	230	5,6
Pb 2 F(4-5)	2	4 - 5	<3,0 -	250 +	19 +	<10 -	32 -	1,4 +	19 -	<0,05 -	<3,0 -	47 ++	23 -	73	44000	32	42000	15000	17000	<0,02	<0,20	38	16	<6,00	15	1,7	93	5,5
Pb 3 F(1.5-2.5)	3	1,5 - 2,5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	43 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	41 -	32	30000	7300	2500	3000	20000	0,26	<0,20	<0,50	13	<6,00	3,1	0,9	60	6
Pb 3 F(4-5)	3	4 - 5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	26 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	33 -	<10	29000	6300	2600	2500	19000	0,18	<0,20	<0,50	10	<6,00	2,1	0,8	79	5,8
Pb 4 F(1.5-2.5)	4	1,5 - 2,5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	42 -	<1,0 -	5,1 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	15 -	11	31000	13000	1100	6200	8100	0,19	<0,20	<0,50	60	<6,00	7,6	1	57	6,3
Pb 4 F(4-5)	4	4 - 5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	21 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	9,2 -	<10	16000	10000	1300	4000	4600	0,17	<0,20	<0,50	74	<6,00	2,2	0,6	<5,0	6,8
Pb 5 F(1.5-2.5)	5	1,5 - 2,5	9,9 +++	450 ++	16 +	<10 -	150 +	2,4 +	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	150 >>	430	47000	720	13000	8400	65000	0,1	<0,20	<0,50	43	<6,00	30	1,5	100	6
Pb 5 F(4-5)	5	4 - 5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	260 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	31 -	28	47000	8300	13000	5700	22000	0,3	<0,20	<0,50	100	<6,00	19	1,4	75	6,3
Pb 7 F(1.5-2.5)	7	1,5 - 2,5	<0,60 -	<20 -	5,2 -	<10 -	85 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	42 -	28	46000	8200	38000	11000	25000	0,24	<0,20	<0,50	59	<6,00	8,6	1,6	160	6,1
Pb 7 F(4-5)	7	4 - 5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	37 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	25 -	32	41000	14000	12000	11000	23000	0,13	<0,20	<0,50	16	<6,00	4,1	1,5	180	5,6
Pb 8 F(1.5-2.5)	8	1,5 - 2,5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	110 +	<1,0 -	32 +	<0,05 -	<3,0 -	31 +	18 -	42	22000	12000	3300	8500	12000	0,37	<0,20	<0,50	<3,0	<6,00	3,4	0,9	110	5,7
Pb 8 F(4-5)	8	4 - 5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	67 +	3,8 +	21 +	<0,05 -	<3,0 -	24 +	28 -	583	28000	6900	3900	3600	9100	0,32	<0,20	<0,50	45	<6,00	33	0,9	41	6
Pb 11 F(1.5-2.5)	11	1,5 - 2,5	<0,60 -	<20 -	15 -	<10 -	16 -	1,9 +	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	31 -	420	48000	3400	11000	6800	21000	0,44	<0,20	<0,50	140	<6,00	21	1,5	47	6,7
Pb 11 F(4-5)	11	4 - 5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	69 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	33 -	<10	41000	690	6500	7000	23000	0,97	<0,20	<0,50	140	<6,00	5,7	1,3	35	7
Pb 12 F(1.5-2.5)	12	1,5 - 2,5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	60 +	1,7 +	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	29 -	650	32000	6900	3200	8400	19000	1,9	<0,20	<0,50	26	<6,00	33	1,2	120	5,4
Pb 12 F(3.6-4.6)	12	3,6 - 4,6	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	27 -	3 +	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	35 -	320	18000	2700	2100	4100	18000	0,91	0,23	<0,50	66	<6,00	31	0,6	<5,0	6,1
Pb 13 F(2-3)	13	2 - 3	2,6 +	1700 +++	9,4 -	<10 -	41 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	66 -	48	29000	<20	12000	2900	43000	<0,02	<0,20	11	47	<6,00	5,8	0,9	28	6
Pb 13 F(4-5)	13	4 - 5	1,3 +	110 +	37 +	<10 -	81 +	1,1 +	25 +	<0,05 -	<3,0 -	26 +	24 -	1100	42000	29	43000	11000	15000	<0,02	<0,20	42	5,2	<6,00	11	1,5	69	4,6
Pb 14 F(1.5-2.5)	14	1,5 - 2,5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	110 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	34 -	<10	31000	2700	25000	5900	23000	0,9	<0,20	<0,50	92	<6,00	6,1	1	66	6,5
Pb 14 F(4-5)	14	4 - 5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	120 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	34 -	<10	32000	3000	27000	6400	23000	0,39	<0,20	<0,50	92	<6,00	6,7	1,1	70	6,6
Pb 15 F(1.5-2.5)	15	1,5 - 2,5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	77 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	35 -	<10	41000	4500	4100	5200	21000	0,3	<0,20	<0,50	78	<6,00	7,2	1,2	62	6,4
Pb 15 F(4-5)	15	4 - 5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	65 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	27 -	<10	17000	3700	2300	2900	15000	0,31	<0,20	<0,50	<3,0	<6,00	1,8	0,5	49	6
Pb 16 F(1.5-2.5)	16	1,5 - 2,5	<0,60 -	<20 -	15 -	<10 -	110 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	22 -	<10	59000	600	9000	4300	9100	<0,02	<0,20	1,3	150	<6,00	15	1,6	41	6,6
Pb 16 F(4-5)	16	4 - 5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	63 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	19 -	16	72000	6500	1600	5900	13000	0,48	<0,20	<0,50	240	<6,00	10	2	36	7
Pb 17 F(1.5-2.5)	17	1,5 - 2,5	<0,60 -	25 -	<5,0 -	<10 -	66 +	4,1 +	5,1 -	<0,05 -	<3,0 -	35 +	<5,0 -	920	6100	920	4200	1000	5500	0,33	<0,20	<0,50	27	<6,00	23	0,2	<5,0	5,9
Pb 17 F(4-5)	17	4 - 5	<0,60 -	150 +	9,9 -	<10 -	61 +	7,2 +	7,3 -	<0,05 -	<3,0 -	43 +	<5,0 -	3200	11000	560	40000	1300	4000	0,6	<0,20	4,5	21	<6,00	64	0,3	34	5,8
Pb 18 F(1.5-2.5)	18	1,5 - 2,5	<0,60 -	<20 -	46 ++	<10 -	150 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	64 -	120	26000	15000	3200	5000	32000	7,5	<0,20	<0,50	4,2	<6,00	11	0,9	120	4,9
Pb 18 F(4-5)	18	4 - 5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	100 +	1,5 +	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	10 -	63 -	120	56000	22000	2700	6700	24000	5,3	<0,20	<0,50	33	<6,00	17	1,7	150	5,6
Pb 21 F(4-5)	21	4 - 5	4,1 ++	4700 +++	<5,0 -	<10 -	51 +	1,5 +	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	12 -	210	9300	350	6200	790	9300	<0,02	<0,20	4,5	21	<6,00	2,1	0,3	16	6
Pb 22 F(3-4)	22	3 - 4	2,2 +	190 +	9,4 -	<10 -	43 -	<1,0 -	45 +	<0,05 -	<3,0 -	20 +	18 -	310	13000	<20	45000	5900	8400	0,9	<0,20	19	3,5	<6,00	4,4	0,6	52	5,1
Pb 22 F(5-6)	22	5 - 6	<0,60 -	87 +	<5,0 -	<10 -	45 -	<1,0 -	9,2 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	24 -	630	15000	30	56000	5100	13000	0,55	<0,20	18	3,4	<6,00	7,1	0,6	63	4,8
Pb 23 F(2-3)	23	2 - 3	1,8 +	110 +	<5,0 -	<10 -	110 +	<1,0 -	5,1 -	<0,05 -	<3,0 -	13 -	48 -	110	21000	<20	21000	4500	27000	<0,02	<0,20	6,9	14	<6,00	4,7	0,7	52	5,4
Pb 23 F(5-6)	23	5 - 6	<2,2 -	190 +	<5,0 -	<10 -	110 +	<1,0 -	5,6 -	<0,05 -	<3,0 -	19 +	32 -	75	24000	<20	24000	4600	20000	0,05	<0,20	6,5	26	<6,00	5,9	0,8	68	5,7
Pb 24 F(2.5-3.5)	24	2,5 - 3,5	1,6 +	550 ++	<5,0 -	<10 -	33 -	<1,0 -	14 -	<0,05 -	<3,0 -	18 +	41 -	300	24000	<20	4900	5700	24000	<0,02	<0,20	4,4	7	<6,00	2,9	0,8	67	5,3
Pb 24 F(4-5)	24	4 - 5	<1,6 -	340 +	<5,0 -	<10 -	27 -	<1,0 -	16 -	<0,05 -	<3,0 -	44 +	37 -	240	21000	<20	4700	12000	<300	<0,02	<0,20	1,3	8,5	<6,00	2,9	1	55	5,4
Pb 25 F(2-3)	25	2 - 3	<0,60 -	24 -	7,8 +	<10 -	60 +	1,8 +	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	41 -	600	65000	130	29000	11000	23000	0,13	<0,20	42	40	<6,00	23	2,1	63	6,5
Pb 25 F(4-5)	25	4 - 5	<0,60 -	60 -	16 +	<10 -	67 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	24 -	2000	30000	28	20000	5600	12000	<0,02	<0,20	26	<3,0	<6,00	6,8	1	40	4,5
Pb 26 F(4-5)	26	4 - 5	<1,5 -	350 +	17 +	<10 -	71 +	<1,0 -	6,1 -	<0,05 -	<3,0 -	11 -	22 -	500	25000	<20	16000	8300	9400	<0,02	<0,20	20	5	<6,00	2,5	1	47	4,7
Pb 27 F(2-3)	27	2 - 3	<0,60 -	<20 -	19 +	<10 -	45 -	3,8 +	<5,0 -	<0,05 -	10 +	<10 -	13 -	450	34000	140	41000	4600	9800	<0,02	<0,20	7,1	100	<6,00	54	1	44	6,6
Pb 27 F(4-5)	27	4 - 5	<0,60 -	<20 -	240 +++	<10 -	70 +	16 ++	<5,0 -	0,06 +	<3,0 -	<10 -	12 -	1600	830	3200	110000	82	20000	4,6	<0,20	<0,50	120	<6,00	120	<0,1	69	6,5
Pb 28 F(2-3)	28	2 - 3	2,1 +	69 +	13 -	<10 -	200 +	1,6 +	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	41 -	1900	64000	120	35000	28000	17000	<0,02	<0,20	93	8	<6,00	23	3,5	61	4,8
Pb 28 F(4-5)	28	4 - 5	3,3 ++	360 +	45 ++	<10 -	64 +	1,8 +	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	21 -	1900	31000	70	32000	13000	12000	0,05	<0,20	35	8,5	<6,00	11	1,3	57	4,4
Pb 31 F(2-3)	31	2 - 3	<0,60 -	120 +	11 -	<10 -	26 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	5,9 +	15 -	5,7 -	29	25000	52	12000	5200	5900	0,08	0,84	15	32	<6,00	4,6	0,8	20	6,7
Pb 31 F(4-5)	31	4 - 5	<0,60 -	93 +	9,4 -	<10 -	110 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	3,4 -	28 +	7,9 -	45	27000	170	16000	5900	14000	<0,02	<0,20	27	33	<6,00	4,1	0,9	23	6,1
Pb 32 F(4-5)	32	4 - 5	<0,60 -	87 +	6,7 +	<10 -	110 +	2,1 +	6 -	<0,05 -	<3,0 -	40 +	13 -	200	34000	<20	21000	6600	7500	0,05	<0,20	32	4,7	<6,00	1,9	1,2	32	5,6
Pb 33 F(4-5)	33	4 - 5	<0,60 -	680 ++	11 -	<10 -	34 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	11 -	11 -	32	17000	55	4700	1500	11000	0,12	<0,20	<0,50	69	<6,00	5,8	0,5	12	6,8
Pb 34 F(2-3)	34	2 - 3	<0,60 -	47 -	<5,0 -	<10 -	<15 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	19 -	68	2000	27	1600	410	32000	<0,02	<0,20	0,65	14	<6,00	5,5	<0,1	47	5,8
Pb 34 F(4-5)	34	4 - 5	<0,60 -	26 -	<5,0 -	<10 -	15 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	14 -	130	2200	60	1600	470	30000	<0,02	<0,20	<0,50	13	<6,00	6,2	<0,1	43	5,9
Pb 35 F(2-3)	35	2 - 3	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	26 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	19 -	47	14000	5400	32000	3900	9100	0,37	<0,20	<0,50	75	<6,00	23	0,5	25	6,6
Pb 35 F(4-5)	35	4 - 5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	59 +	<1,0 -	6,1 -	<0,05 -	<3,0 -	13 -	60 -	50	32000	29000	44000	11000	17000	1,2	<0,20	<0,50	150	<6,00	34	1,3	47	6
Pb 36 F(4-5)	36	4 - 5	<0,60 -	68 +	<5,0 -	<10 -	29 -	1,2 +	11 -	<0,05 -	<3,0 -	18 +	18 -	120	6600	9300	3600	2200	15000	0,37	<0,20	<0,50	4	<6,00	8,4	0,3	47	5,2
Pb 37 F(3-4)	37	3 - 4	2,8 +	380 +	7,1 -	<10 -	83 +	<1,0 -	50 +	<0,05 -	<3,0 -	60 +++	37 -	1100	56000	36	15000	9100	17000	0,35	<0,20	33	<3,0	<6,00	7,1	1,8	78	4,8
Pb 37 F(5.7-6.7)	37	5,7 - 6,7	<1,5 -	57 -	8,6 -	<10 -	34 -	<1,0 -	13 -	<0,05 -	<3,0 -	19 +	56 -	3300	77000	87	28000	12000	30000	0,12	<0,20	35	<3,0	<6,00	5,9	2,5	170	4,6
Pb 38 F(2-3)	38	2 - 3	6,2 +++	1600 +++	<5,0 -	<10 -	<15 -	1,5 +	61 ++	<0,05 -	<3,0 -	170 +++	17 -	24000	47000	450	37000	8700	6500	470	<0,20	37	<3,0	<6,00	7,8	1,5	2000	4
Pb 38 F(4-5)	38	4 - 5	2,9 +	730 ++	13 -	<10 -	21 -	1,2 +	33 +	<0,05 -	<3,0 -	60 ++	12 -	4800	28000	340	19000	6400	7600	130	<0,20	5,6	<3,0	<6,00	4,8	1	593	4,3
Pb 41 F(3.2-4.2)	41	3,2 - 4,2	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	44 -	<1,0 -	5,1 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	16 -	27	3400	14000	3600	2000	150000	0,1	<0,20	<0,50	9,4	<6,00	1,9	0,2	50	5,6
Pb 41 F(5-6)	41	5 - 6	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	33 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	17 -	16	4100	20000	3700	2400	14000	0,12	<0,20	<0,50	9,3	<6,00	1,8	0,2	56	5,5
Pb 42 F(2-3)	42	2 - 3	1,3 +	120 +	33 +	<10 -	76 +	2,3 +	<5,0 -	0,07 +	<3,0 -	<10 -	26 -	340	8800	180	15000	3500	32000	0,1	<0,20	8,2	48	<6,00	17	0,4	23	6,3
Pb 42 F(4-5)	42	4 - 5	1,6 +	210 +	11 -	<10 -	160 +	1,6 +	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	25 -	280	26000	59	31000	3600	14000	0,24	<0,20	17	18	<6,00	12	0,8	48	5,6
Pb 43 F(2-3)	43	2 - 3	1,5 +	54 -	22 +	<10 -	120 +	3,6 +	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	20 -	2100	33000	250	35000	7600	7200	<0,02	<0,20	24	13	<6,00	39	1,1	37	5,4
Pb 43 F(4.5-5.5)	43	4,5 - 5,5	<1,6 -	270 +	10 -	<10 -	47 -	1,5 +	44 +	<0,05 -	<3,0 -	65 +++	20 -	300	27000	76	28000	9300	12000	<0,02	<0,20	14	25	<6,00	25	1,1	62	5,8
Pb 44 F(2-3)	44	2 - 3	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	51 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	43 -	11	50000	<20	6900	7600	35000	<0,02	<0,20	<0,50	140	<6,00	3,1	1,6	56	7
Pb 44 F(4-5)	44	4 - 5	<0,60 -	<20 -	5,9 -	<10 -	52 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	45 -	<10	51000	<20	6700	7900	28000	<0,02	<0,20	<0,50	160	<6,00	3,5	1,6	37	7
Pb 46 F(1.5-2.5)	46	1,5 - 2,5	1,5 +	<20 -	<5,0 -	<10 -	100 +	1,7 +	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	12 -	42 -	390	67000	430	11000	6900	29000	<0,02	<0,20	6,2	65	<6,00	31	1,9	140	6,4
Pb 46 F(4-5)	46	4 - 5	<1,6 -	<20 -	15 -	<10 -	160 +	1,6 +	5,6 -	<0,05 -	<3,0 -	21 +	26 -	570	24000	140	25000	6200	13000	<0,02	<0,20	17	14	<6,00	16	0,8	39	5,7
Pb 47 F(4-5)	47	4 - 5	<2,0 -	650 +++	<5,0 -	<10 -	73 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	33 -	17	21000	10000	49000	7400	24000	0,6	<0,20	<0,50	130	<6,00	11	0,8	45	6,4
Pb 71 F(2-3)	71	2 - 3	0,94 +	78 +	<5,0 -	<10 -	59 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	<5,0 -	1300	840	<20	630	260	2600	<0,02	<0,20	2,4	<3,0	<6,00	0,36	<0,1	7,1	4,4
Pb 71 F(8.9-9.9)	71	8,9 - 9,9	<0,60 -	39 -	<5,0 -	<10 -	63 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	<5,0 -	370	4300	260	1400	1300	3500	<0,02	<0,20	<0,50	4,2	<6,00	1,4	0,2	23	5
Pb 51 F(2-3)	51	2 - 3	3,1 +	1300 +++	23 +	<10 -	41 -	3,2 +	32 +	<0,05 -	<3,0 -	57 ++	82 -	2800	30000	15000	5000	6900	57000	0,36	<0,20	<0,50	<3,0	<6,00	14	1,1	150	4,6
Pb 51 F(4-5)	51	4 - 5	<0,60 -	140 +	<5,0 -	<10 -	32 -	1,1 +	12 -	<0,05 -	<3,0 -	21 +	34 -	420	10000	22000	2500	3600	17000	0,35	<0,20	<0,50	5,1	<6,00	3,9	0,4	65	5,2
Pb 52 F(4-5)	52	4 - 5	3,5 ++	470 ++	14 -	<10 -	71 +	<1,0 -	33 +	<0,05 -	<3,0 -	69 ++	62 -	580	25000	<20	8600	18000	70000	0,12	<0,20	45	3,5	<6,00	2,3	1,4	49	4,5
Pb 53 F(1.5-2.5)	53	1,5 - 2,5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	78 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	5,5 -	<10	69000	1800	22000	6000	17000	1,9	<0,20	<0,50	300	<6,00	14	2,5	68	7
Pb 54 F(2-3)	54	2 - 3	<0,60 -	160 +	<5,0 -	<10 -	110 +	2,9 +	37 +	<0,05 -	<3,0 -	61 ++	57 -	3000	6700	14000	2600	3500	35000	3,1	<0,20	<0,50	<3,0	<6,00	22	0,3	60	4,2
Pb 54 F(4-5)	54	4 - 5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	110 +	3,7 +	15 -	<0,05 -	<3,0 -	28 +	55 -	940	12000	30000	2900	4200	39000	4	<0,20	<0,50	53	<6,00	29	0,5	92	5
Pb 55 F(1.5-2.5)	55	1,5 - 2,5	3 +	6500 +++	19 +	<10 -	47 -	1 -	7,5 -	<0,05 -	<3,0 -	11 -	7,9 -	220	8300	45	4600	1500	9600	<0,02	<0,20	<0,50	6,8	<6,00	6,4	0,3	48	5,4
Pb 56 F(2-3)	56	2 - 3	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	51 +	1,7 +	5,6 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	27 -	160	14000	17000	2400	2100	14000	4,1	<0,20	<0,50	41	<6,00	15	0,4	43	5,8
Pb 56 F(4-5)	56	4 - 5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	87 +	1,1 +	7,2 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	40 -	110	14000	21000	3200	4300	20000	9,6	<0,20	<0,50	23	<6,00	9,1	0,5	69	5,6
Pb 57 F(2-3)	57	2 - 3	2 +	40 -	<5,0 -	<10 -	63 +	<1,0 -	9,6 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	50 -	190	42000	33	43000	6000	7900	0,05	<0,20	10	38	<6,00	11	1,4	84	5,8
Pb 57 F(4-5)	57	4 - 5	<0,60 -	75 +	<5,0 -	<10 -	33 -	1,2 +	55 ++	<0,05 -	16 +	150 +++	12 -	64	20000	5300	31000	4500	8000	0,88	<0,20	<0,50	30	<6,00	5,9	0,7	97	5,9
Pb 58 F(4-5)	58	4 - 5	0,65 +	100 +	<5,0 -	<10 -	41 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	15 -	1600	30000	<20	18000	4800	6900	<0,02	<0,20	14	4,3	<6,00	4,7	1	77	4,5
Pb 61 F(2.7-3.7)	61	2,7 - 3,7	5,6 ++	450 ++	<5,0 -	<10 -	48 -	<1,0 -	8,4 -	<0,05 -	<3,0 -	17 +	10 -	1700	3300	150	1500	440	7700	<0,02	<0,20	<0,50	<3,0	<6,00	4,9	<0,1	23	4,4
Pb 61 F(4.3-5.3)	61	4,3 - 5,3	4,4 ++	470 ++	8 -	<10 -	51 +	<1,0 -	12 -	<0,05 -	<3,0 -	22 +	11 -	1900	3300	<20	2000	540	8200	<0,02	<0,20	<0,50	<3,0	<6,00	3,5	0,1	28	4,5
Pb 61 F(9-10)	61	8 - 10	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	27 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	5,2 -	13	5500	4500	2000	3500	5500	0,41	<0,20	<0,50	6	<6,00	3,1	0,4	51	5,9
Pb 62 F(2-3)	62	2 - 3	3,6 ++	4300 +++	5,3 -	<10 -	28 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	68 -	75	48000	45	7200	5000	36000	<0,02	<0,20	<0,50	160	<6,00	6,8	1,4	6,7	6,7
Pb 62 F(4-5)	62	4 - 5	<0,60 -	34 -	<5,0 -	<10 -	52 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	58 -	17	33000	4300	3800	3900	44000	0,13	<0,20	<0,50	130	<6,00	6,2	1	26	6,9
Pb 62 F(9-10)	62	9 - 10	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	50 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	58 -	15	23000	10000	2000	6900	40000	0,1	<0,20	<0,50	93	<6,00	6,1	0,9	34	6,5
Pb 63 F(5.8-6.8)	63	5,8 - 6,8	14 +++	1600 +++	<5,0 -	<10 -	48 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	11 -	6,1 -	100	2100	440	1600	1000	4400	0,04	<0,20	<0,50	<3,0	<6,00	3,2	<0,1	27	5
Pb 63 F(11.8-12.8)	63	11,8 - 12,8	9,3 +++	3500 +++	<5,0 -	<10 -	100 +	<1,0 -	32 +	<0,05 -	<3,0 -	47 ++	12 -	340	7000	10000	2600	2100	11000	0,41	<0,20	<0,50	<3,0

Peilbuis	Peilbuis	Filterdiepte (m mv)	cadmium (Cd)	zink (Zn)	koper (Cu)	lood (Pb)	barium (Ba)	chroom (Cr)	kobalt (Co)	kwik (Hg)	molybdeen (Mo)	nikkel (Ni)	chloride (mg/l)	aluminium (Al)	calcium (Ca)	ijzer (Fe)	kalium (K)	magnesium (Mg)	natrium (Na)	ammoniumstikstof als N (mg N/l)	totaal fosfaat (mg/l)	nitraat als N (mg N/l)	bicarbonaat (HCO3-) gehalte (mg/l)	carbonaat (CO3 2-) gehalte (mg/l)	DOC vlgs. NPR 5322 (mg DOC/l)	hardheid (mmol/l)	sulfaat (mg/l)	pH (diversen)
Pb 86 F(2-3)	86	2 - 3	19 +++	2500 +++	6 -	<10 -	61 +	1 -	5,6 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	20 -	13000	2100	69	2100	1100	10000	<0,02	<0,20	9,1	<3,0	<5,00	6,6	<0,1	49	4,3
Pb 86 F(4-5)	86	4 - 5	21 +++	2200 +++	24 +	<10 -	79 +	1,2 +	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	22 -	11000	3200	57	2800	1200	11000	<0,02	<0,20	7,1	<3,0	<5,00	5,5	0,1	50	4,3
Pb 87 F(2-3)	87	2 - 3	<0,60 -	680 ++	13 -	<10 -	50 -	1,1 +	28 +	<0,05 -	<3,0 -	73 ++	14 -	84	35000	1700	1800	2900	16000	0,25	<0,20	0,53	86	<5,00	22	1	43	6,4
Pb 87 F(4-5)	87	4 - 5	<0,60 -	<20 -	<5,0 -	<10 -	56 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	28 -	<10	45000	9700	1600	3200	24000	0,49	<0,20	<0,50	51	<5,00	8,1	1,3	89	6,1
Pb 88 F(1,5-2,5)	88	1,5 - 2,5	7,9 +++	870 +++	5,3 -	<20 -	110 +	22 ++	9,4 -	<0,05 -	<6,0 -	15 -	8,5 -	6700	2200	48	560	1500	7100	<0,02	<0,20	3,4	<3,0	<5,00	6,4	0,1	45	4,4
Pb 88 F(4-5)	88	4 - 5	<0,60 -	690 +++	<5,0 -	<10 -	67 +	<1,0 -	24 +	<0,05 -	<3,0 -	31 +	18 -	280	12000	2600	3500	7200	17000	<0,02	<0,20	<0,50	15	<5,00	2,8	0,6	70	6,2
Pb 91 F(2-3)	91	2 - 3	3 +	170 +	<5,0 -	<10 -	46 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	10 -	8,7 -	2800	900	43	1100	290	5100	<0,02	<0,20	0,67	4,1	<5,00	3,2	<0,1	14	4,5
Pb 91 F(4-5)	91	4 - 5	3,9 ++	260 +	8,5 -	<10 -	73 +	<1,0 -	14 -	<0,05 -	<3,0 -	31 +	11 -	3200	1400	160	1700	510	6500	<0,02	<0,20	<0,50	4,9	<5,00	3,1	<0,1	23	4,4
Pb 92 F(2-3)	92	2 - 3	<1,5 -	140 +	<5,0 -	<10 -	45 -	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	<5,0 -	2500	760	44	650	290	2800	<0,02	<0,20	2,6	4,3	<5,00	3,9	<0,1	9,9	4,5
Pb 92 F(4-5)	92	4 - 5	<0,60 -	87 +	<5,0 -	<10 -	67 +	<1,0 -	<5,0 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	<5,0 -	1200	910	640	1300	310	3400	<0,02	<0,20	0,51	<3,0	<5,00	2,8	<0,1	9,9	4,6
Pb 93 F(2-3)	93	2 - 3	6,5 +++	640 ++	8,5 -	<10 -	74 +	<1,0 -	5,2 -	<0,05 -	<3,0 -	10 -	28 -	8100	930	50	660	600	150000	<0,02	<0,20	0,66	<3,0	<5,00	7,2	<0,1	43	4,3
Pb 93 F(4-5)	93	4 - 5	4,3 ++	620 ++	17 +	<10 -	47 -	<1,0 -	6,5 -	<0,05 -	<3,0 -	<10 -	6,1 -	5000	1900	21	1200	930	4600	<0,02	<0,20	1,4	<3,0	<5,00	2,6	<0,1	45	4,4
Pb 94 F(4-5)	94	4 - 5	7,5 +++	5400 +++	12 -	<10 -	38 -	1,5 +	75 ++	<0,05 -	<3,0 -	200 +++	46 -	3600	19000	120	2700	3500	22000	<0,02	<0,20	4,7	<3,0	<5,00	4,7	0,6	66	4,5
Pb 95 F(2-3)	95	2 - 3	1,9 +	160 +	5,6 -	<10 -	64 +	<1,0 -	18 -	<0,05 -	<3,0 -	36 +	14 -	3700	30000	110	7200	5900	11000	0,08	<0,20	<0,50	<3,0	<5,00	7,3	1	140	4,7
Pb 95 F(4-5)	95	4 - 5	<1,6 -	190 +	<5,0 -	<10 -	51 +	<1,0 -	20 -	<0,05 -	<3,0 -	35 +	14 -	3800	31000	2600	7400	6700	<300	0,63	<0,20	<0,50	<3,0	<5,00	5,1	1,1	140	4,5
Pb 96 F(2-3)	96	2 - 3	4,9 ++	840 +++	8 -	<10 -	56 +	<2,0 -	27 +	<0,05 -	<4,0 -	31 +	13 -	4700	3100	<20	2200	2200	9700	<0,02	<0,20	0,74	<3,0	<5,00	3,3	0,2	49	4,3
Pb 96 F(4-5)	96	4 - 5	2,7 +	550 ++	<5,0 -	<10 -	56 +	<1,0 -	47 +	<0,05 -	<3,0 -	94 +++	8,2 -	690	4400	26	2100	1600	6500	<0,02	<0,20	<0,50	5,7	<5,00	1,3	0,2	26	5
Pb 98 F(2-3)	98	2 - 3	4,2 ++	740 ++	<5,0 -	<10 -	110 +	<1,0 -	81 ++	<0,05 -	<3,0 -	140 +++	22 -	830	7100	32	1400	1500	5100	<0,02	<0,20	1,9	4,2	<5,00	1,4	0,2	31	4,6
Pb 98 F(7,3-8,3)	98	7,3 - 8,3	<1,0 -	470 ++	<5,0 -	<10 -	110 +	<1,0 -	16 -	<0,05 -	<3,0 -	47 ++	9,9 -	650	7100	2400	2200	3900	7100	<0,02	<0,20	<0,50	3,4	<5,00	1,8	0,3	47	4,4

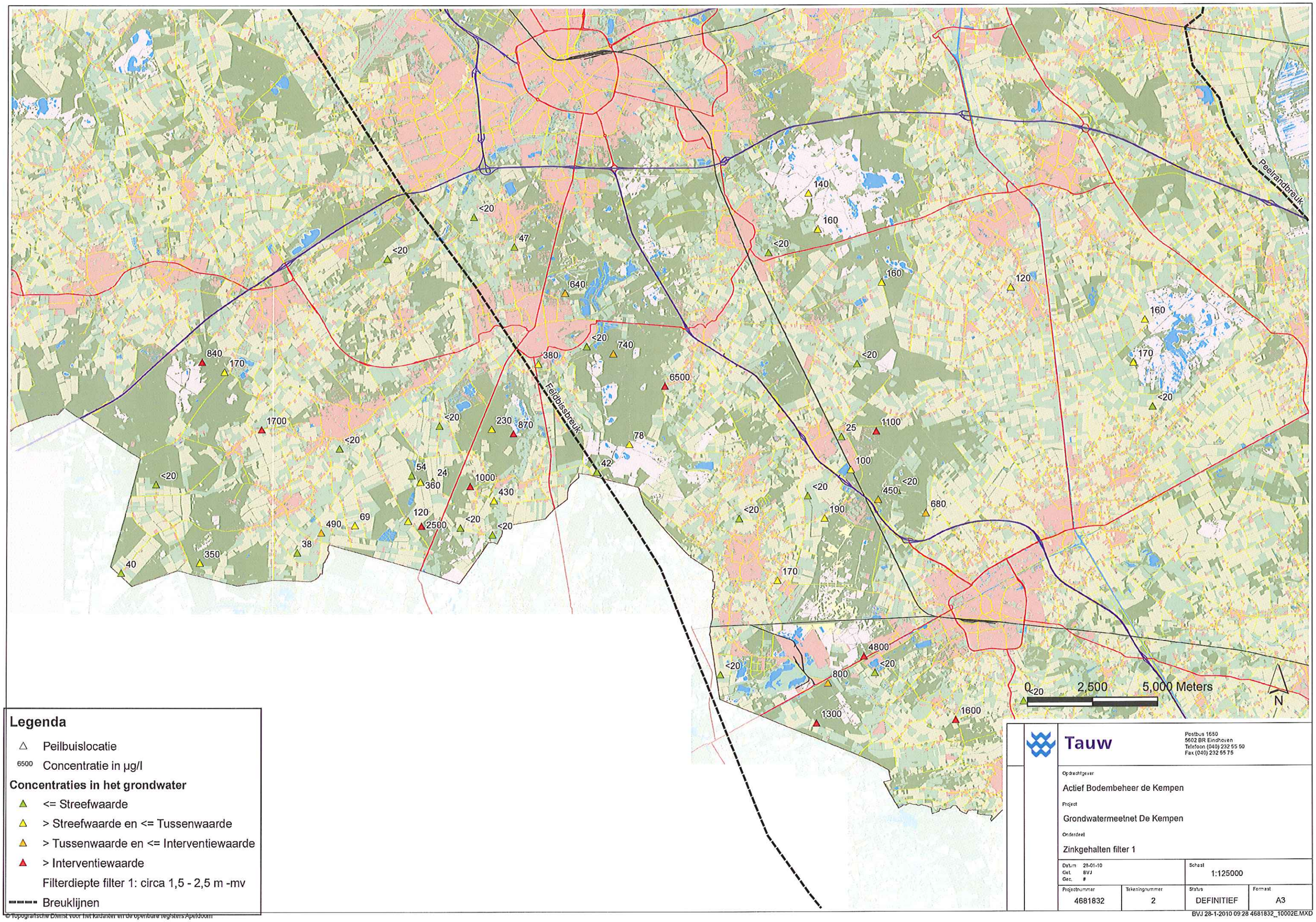
Bijlage

5

Grafische weergave analyseresultaten



© Topografische Dienst voor het kadaster en de openbare registers Apeldoorn



Legenda

- △ Peilbuislocatie
- 6500 Concentratie in µg/l

Concentraties in het grondwater

- ▲ <= Streefwaarde
- ▲ > Streefwaarde en <= Tussenwaarde
- ▲ > Tussenwaarde en <= Interventiewaarde
- ▲ > Interventiewaarde

Filterdiepte filter 1: circa 1,5 - 2,5 m -mv

▬▬ Breuklijnen

© Topografische Dienst voor het Kadaster en de Openbare Registers Apeldoorn

Tauw
Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon (040) 232 55 50
Fax (040) 232 55 75

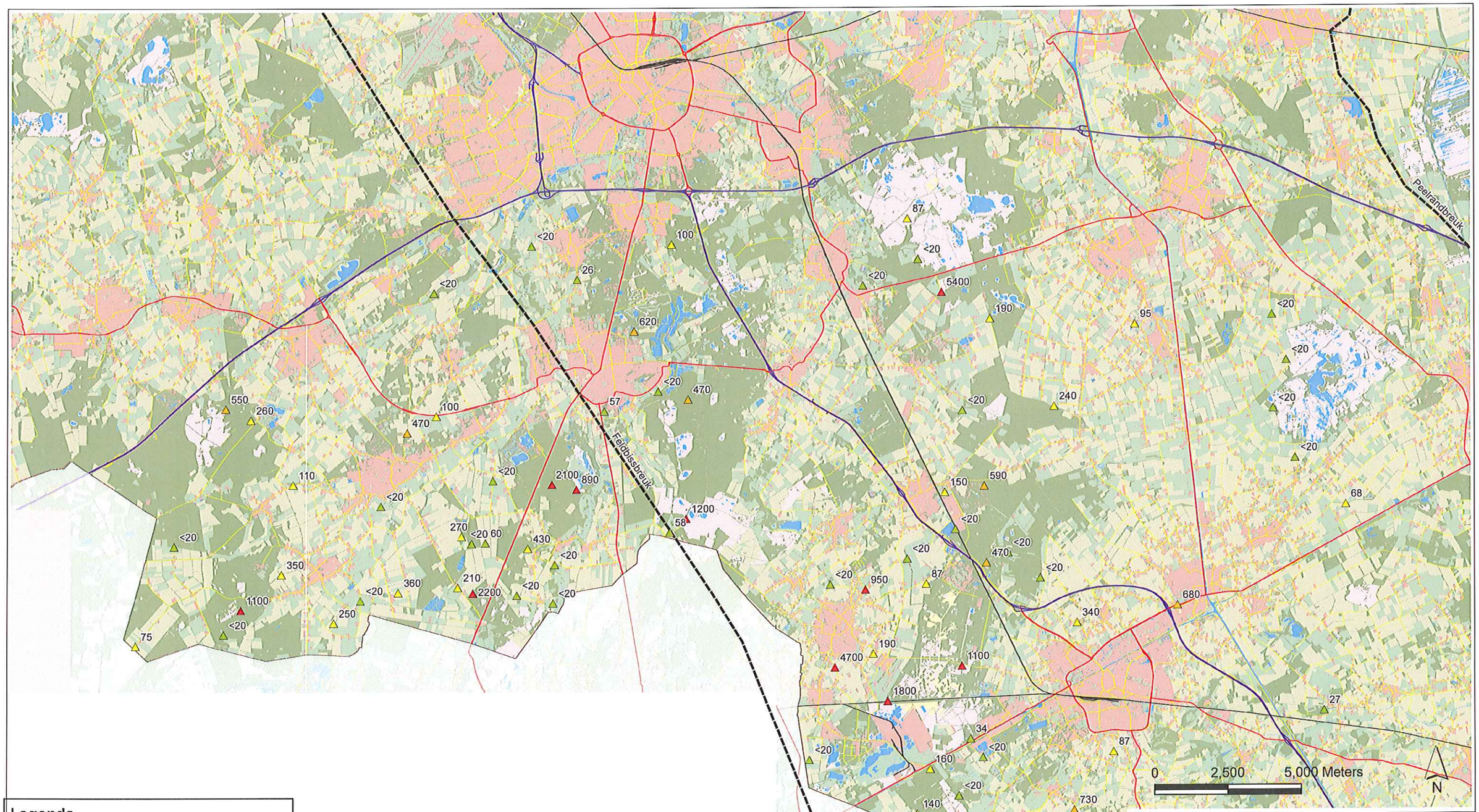
Opdrachtgever
Actief Bodembeheer de Kempen

Project
Grondwatermeetnet De Kempen

Onderdeel
Zinkgehalten filter 1

Datum 28-01-10 Get. BVJ Gec. #		Schaal 1:125000	
Projectnummer 4681832	Tekeningnummer 2	Status DEFINITIEF	Formaat A3

BVJ 28-1-2010 09 28 4681832_10002E.MXD



Legenda

- △ Peilbuislocatie
- 6500 Concentratie in µg/l

Concentraties in het grondwater

- ▲ <= Streefwaarde
- ▲ > Streefwaarde en <= Tussenwaarde
- ▲ > Tussenwaarde en <= Interventiewaarde
- ▲ > Interventiewaarde

Filterdiepte filter 2: circa 4,0 - 5,0 m -mv

- - - - Breuklijnen

© Topografische Dienst voor het Kadaster en de Openbare Registers Apeldoorn

Tauw
Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon (040) 232 55 50
Fax (040) 232 55 75

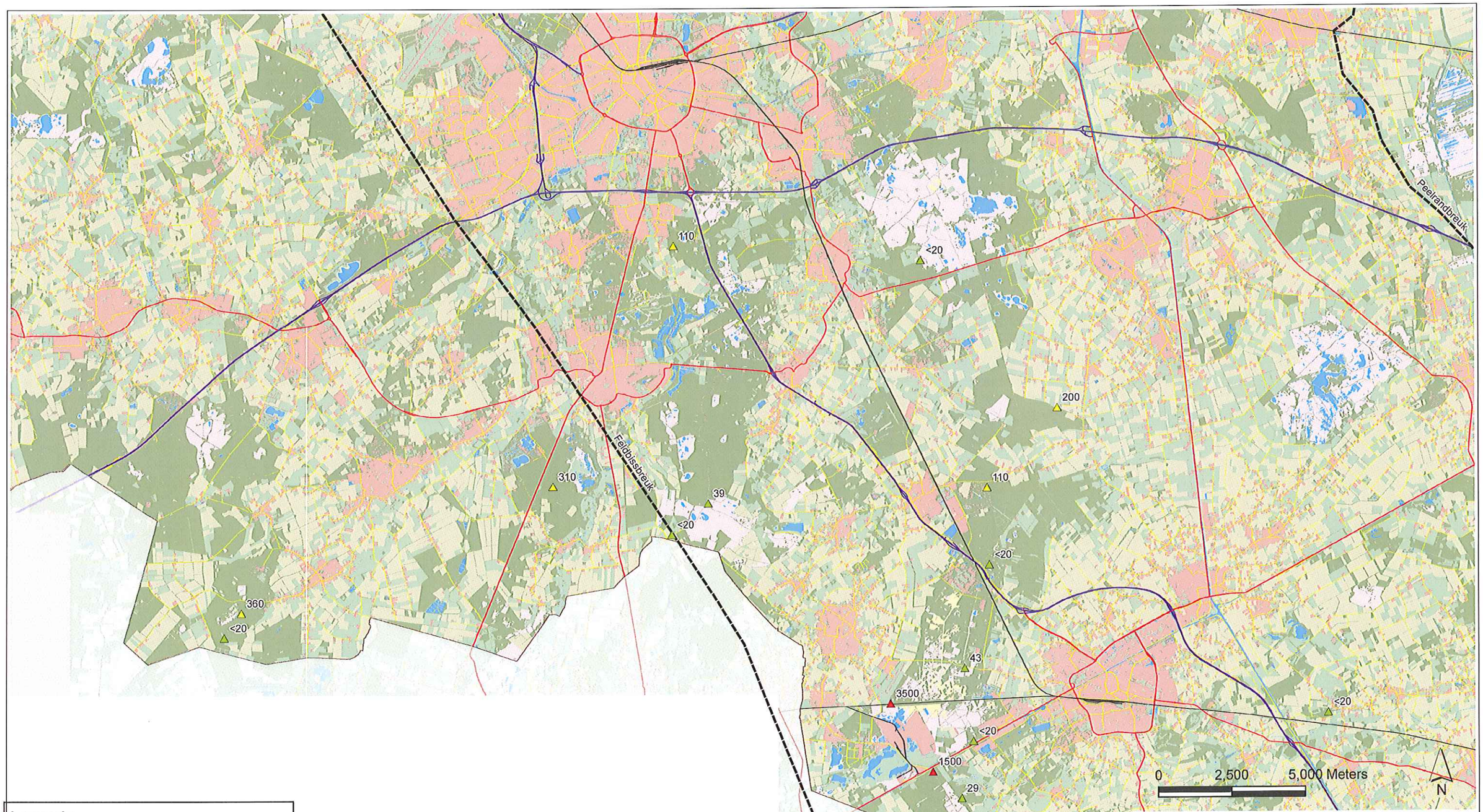
Opdrachtgever
Actief Bodembeheer de Kempen

Project
Grondwatermeetnet De Kempen

Onderdeel
Zinkgehalten filter 2

Datum 28-01-10 Get. BVJ Gec. #		Schaal 1:125000	
Projectnummer 4681832	Tekeningnummer 3	Status DEFINITIEF	Formaat A3

BVJ 28-1-2010 09.32 4681832_10003E.MXD



Legenda

- △ Peilbuislocatie
- 6500 Concentratie in µg/l

Concentraties in het grondwater

- ▲ <= Streefwaarde
- ▲ > Streefwaarde en <= Tussenwaarde
- ▲ > Tussenwaarde en <= Interventiewaarde
- ▲ > Interventiewaarde

Filterdiepte filter 3: circa 9,0 - 10,0 m -mv

- - - - Breuklijnen

© Topografische Dienst voor het Kadaster en de Openbare Registers Apeldoorn

Tauw
Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon (040) 232 55 50
Fax (040) 232 55 75

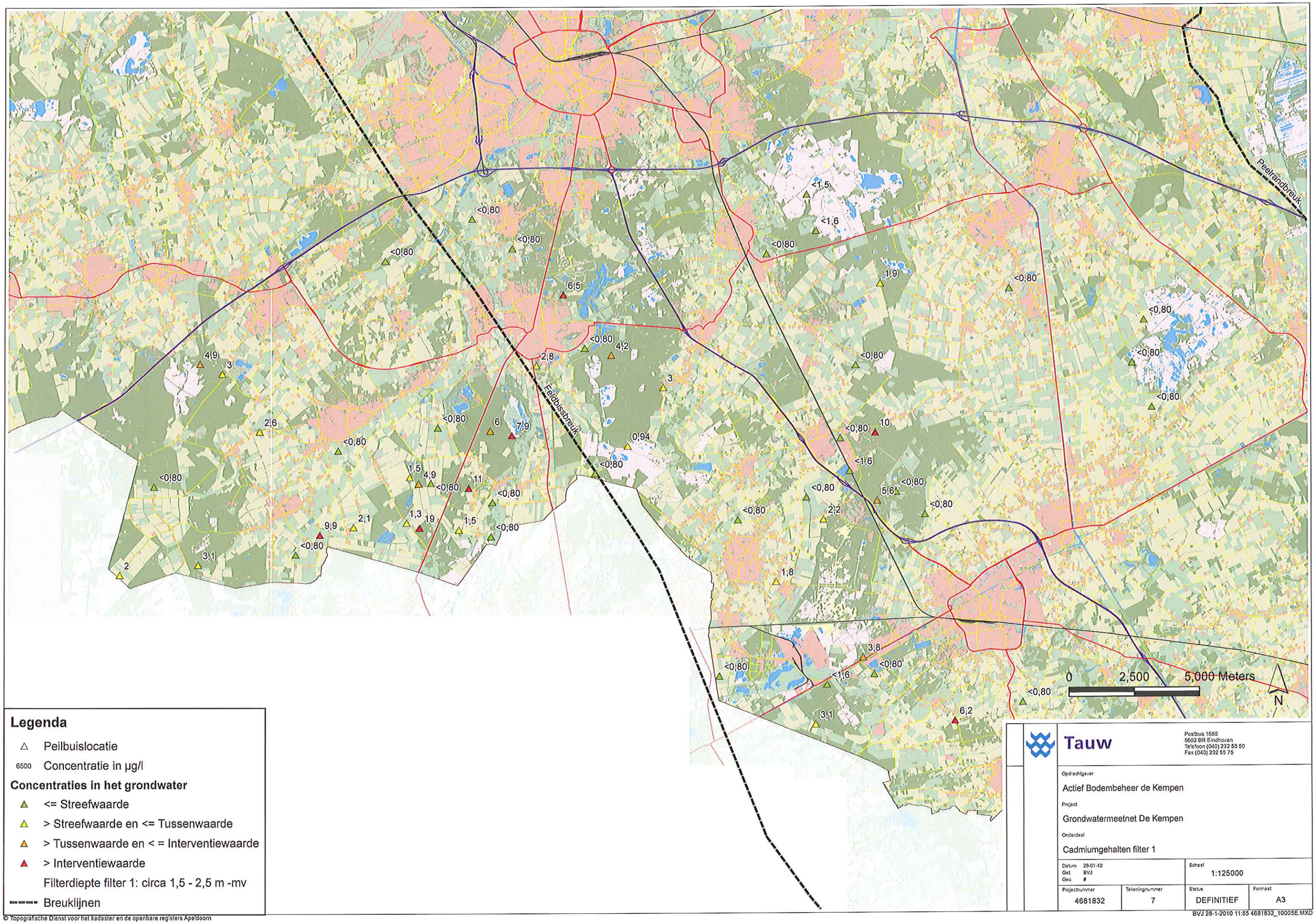
Opdrachtgever
Actief Bodembeheer de Kempen

Project
Grondwatermeetnet De Kempen

Onderdeel
Zinkgehalten filter 3

Datum 28-01-10 Get. BVJ Gec. #		Schaal 1:125000	
Projectnummer 4681832	Tekeningnummer 4	Status DEFINITIEF	Formaat A3

BVJ 28-1-2010 09:35 4681832_10004E.MXD



Legenda

- △ Peilbuislocatie
- 6500 Concentratie in µg/l

Concentraties in het grondwater

- ▲ <= Streefwaarde
- ▲ > Streefwaarde en <= Tussenwaarde
- ▲ > Tussenwaarde en < = Interventiewaarde
- ▲ > Interventiewaarde

Filterdiepte filter 1: circa 1,5 - 2,5 m -mv

---- Breuklijnen

Tauw
Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon (040) 232 55 50
Fax (040) 232 55 75

Opdrachtgever
Actief Bodembeheer de Kempen

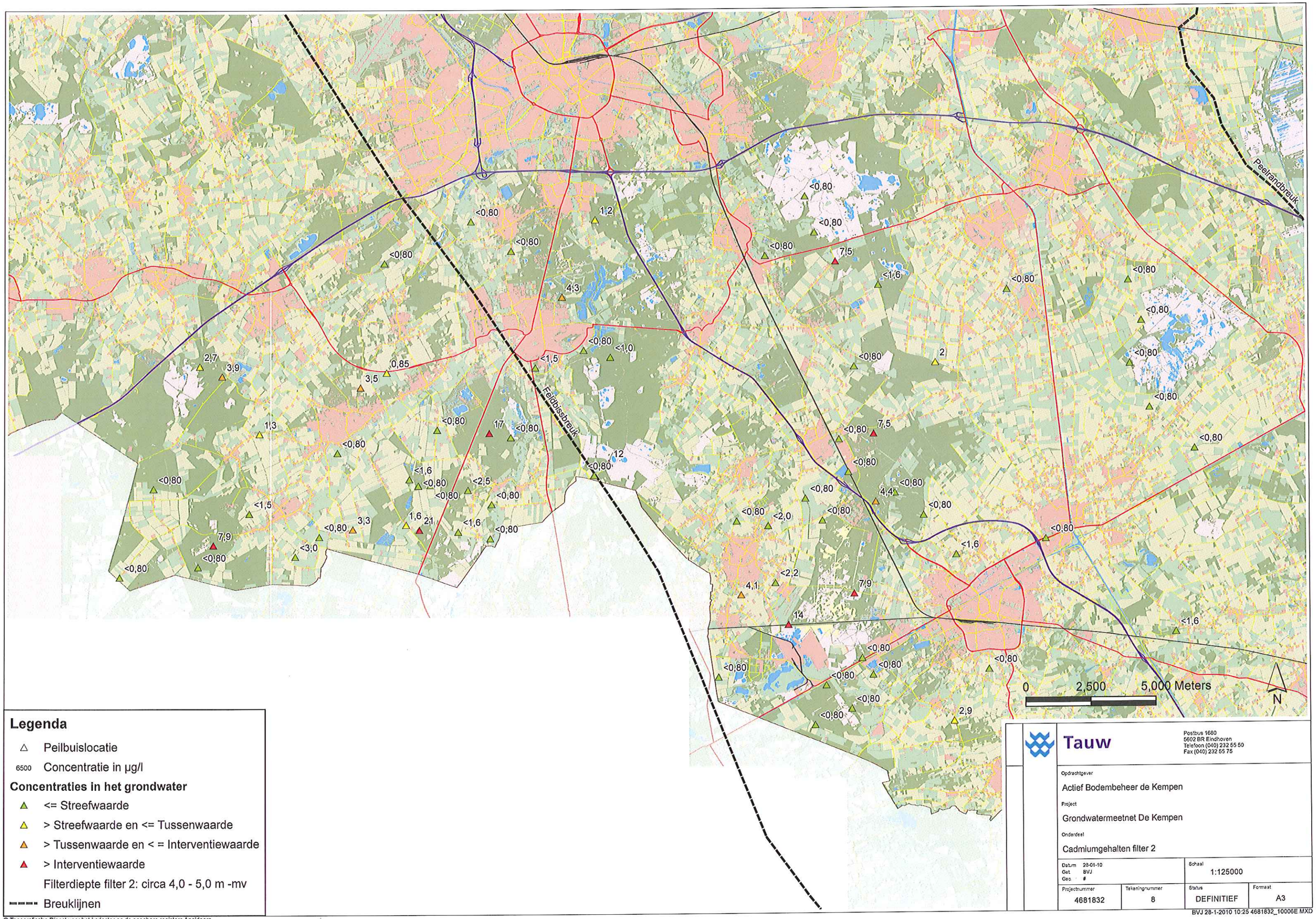
Project
Grondwatermeetnet De Kempen

Onderdeel
Cadmiumgehalten filter 1

Datum 28-01-10 Get BVJ Gec #		Schaal 1:125000	
Projectnummer 4681832	Tekeningnummer 7	Status DEFINITIEF	Formaat A3

© Topografische Dienst voor het kadaster en de openbare registers Apeldoorn

BVJ 28-1-2010 11:55 4681832_10005E.MXD



Legenda

- △ Peilbuislocatie
- 6500 Concentratie in µg/l

Concentraties in het grondwater

- ▲ <= Streefwaarde
- ▲ > Streefwaarde en <= Tussenwaarde
- ▲ > Tussenwaarde en < = Interventiewaarde
- ▲ > Interventiewaarde

Filterdiepte filter 2: circa 4,0 - 5,0 m -mv

---- Breuklijnen

© Topografische Dienst voor het kadaster en de openbare registers Apeldoorn

Tauw
Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon (040) 232 55 50
Fax (040) 232 55 75

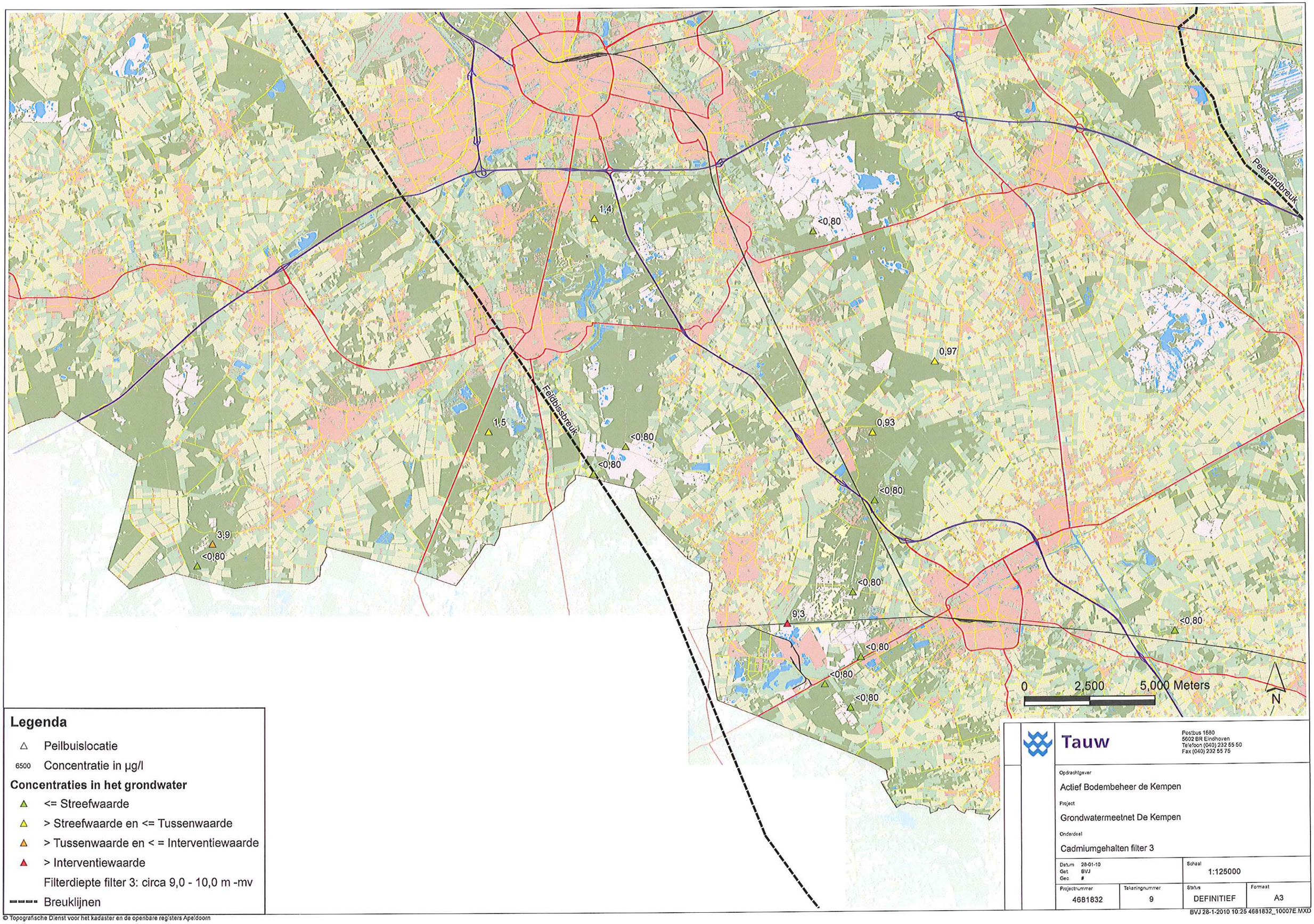
Opdrachtgever
Actief Bodembeheer de Kempen

Project
Grondwatermeetnet De Kempen

Onderdeel
Cadmiumgehalten filter 2

Datum 28-01-10 Get. BVJ Gec. #		Schaal 1:125000	
Projectnummer 4681832	Tekeningnummer 8	Status DEFINITIEF	Formaat A3

BVJ 28-1-2010 10:25 4681832_10006E.MXD



Legenda

- △ Peilbuislocatie
- 6500 Concentratie in µg/l

Concentraties in het grondwater

- ▲ <= Streefwaarde
- ▲ > Streefwaarde en <= Tussenwaarde
- ▲ > Tussenwaarde en < = Interventiewaarde
- ▲ > Interventiewaarde

Filterdiepte filter 3: circa 9,0 - 10,0 m -mv

- - - - Breuklijnen

Tauw
Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon (040) 232 55 50
Fax (040) 232 55 75

Opdrachtgever
Actief Bodembeheer de Kempen

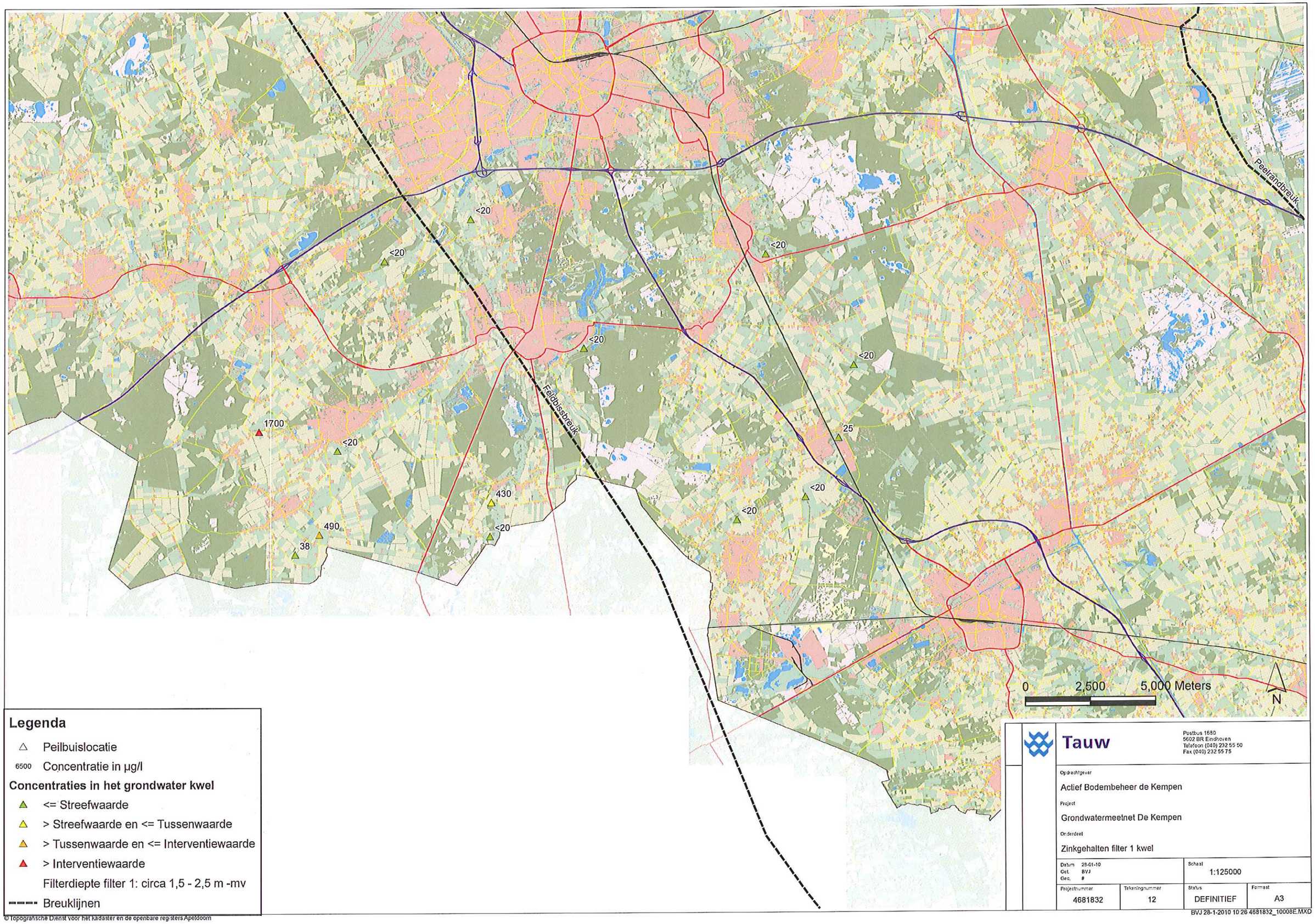
Project
Grondwatermeetnet De Kempen

Onderdeel
Cadmiumgehalten filter 3

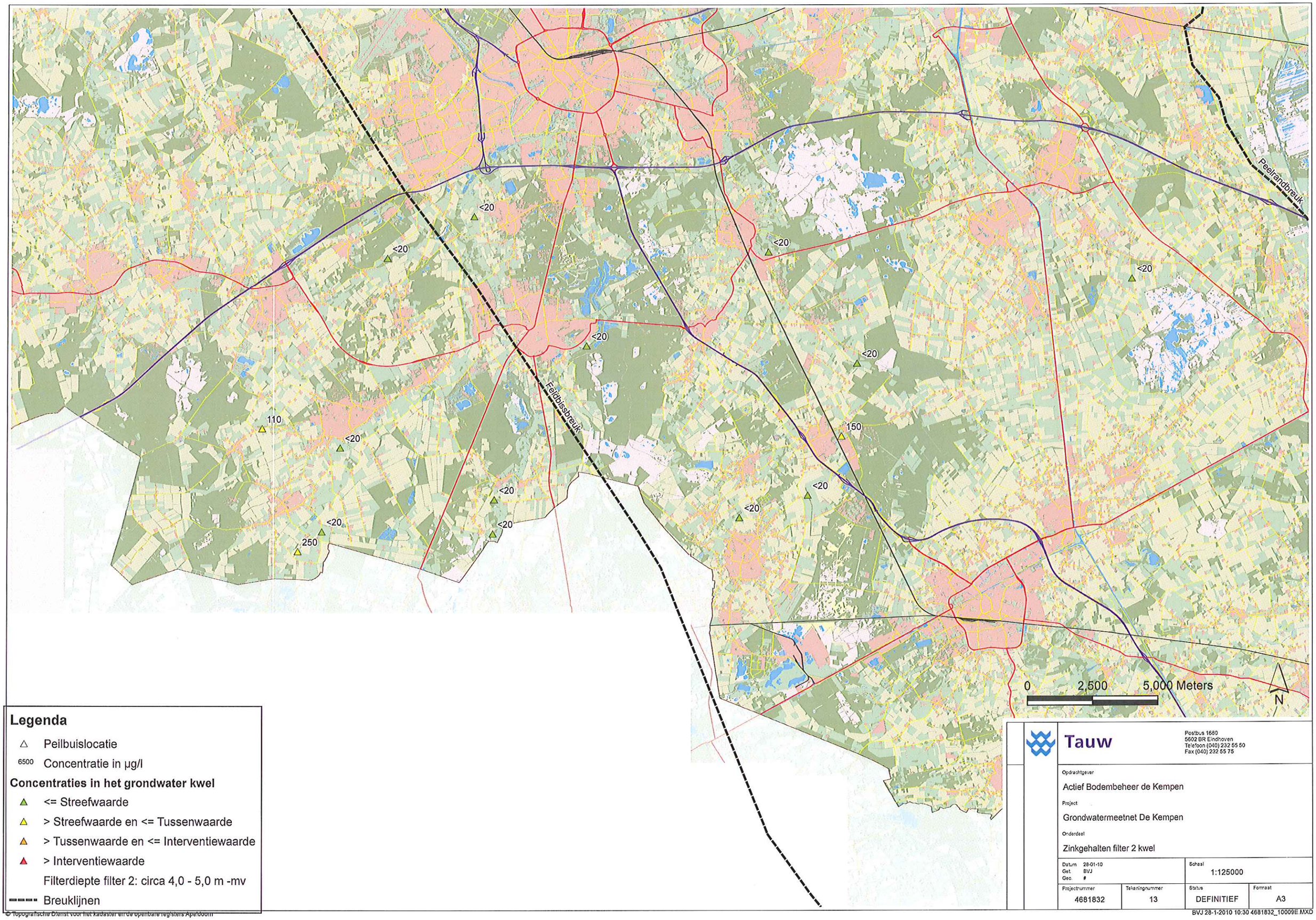
Datum 28-01-10 Get BVJ Gec #		Schaal 1:125000	
Projectnummer	Tekeningnummer	Status	Formaat
4681832	9	DEFINITIEF	A3

BVJ 28-1-2010 10:25 4681832_10007E.MXD

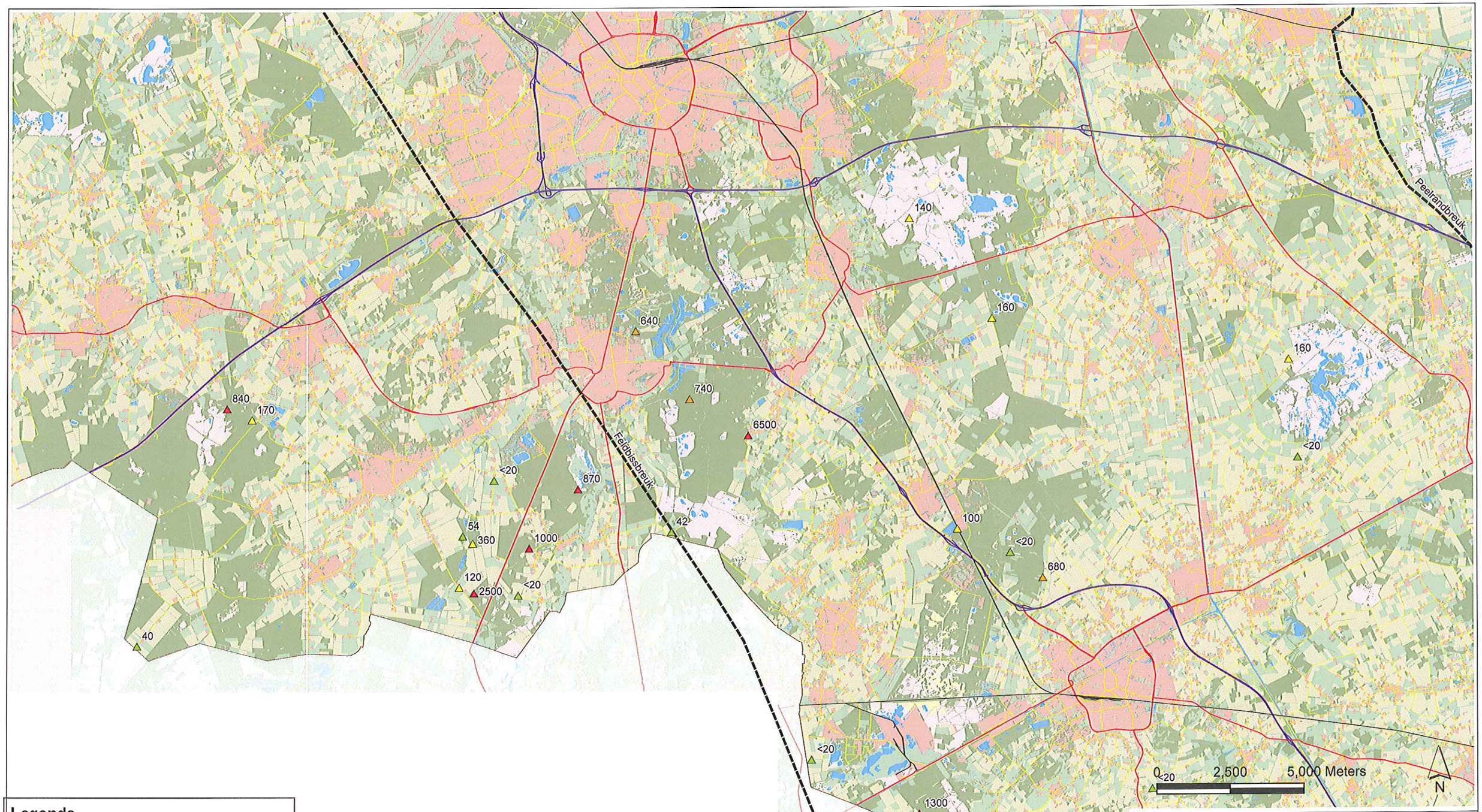
© Topografische Dienst voor het kadaster en de openbare registers Apeldoorn



© Topografische Dienst voor het kadaster en de openbare registers Apeldoorn



© Topografische Dienst voor het kadaster en de openbare registers Apeldoorn



Legenda

- △ Peilbuislocatie
- 6500 Concentratie in µg/l

Concentraties in het grondwater intermediair

- ▲ <= Streefwaarde
- ▲ > Streefwaarde en <= Tussenwaarde
- ▲ > Tussenwaarde en <= Interventiewaarde
- ▲ > Interventiewaarde

Filterdiepte filter 1: circa 1,5 - 2,5 m -mv

Breuklijnen

© Topografische Dienst voor het kadaster en de openbare registers Apeldoorn

Tauw
Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon (040) 232 55 50
Fax (040) 232 55 75

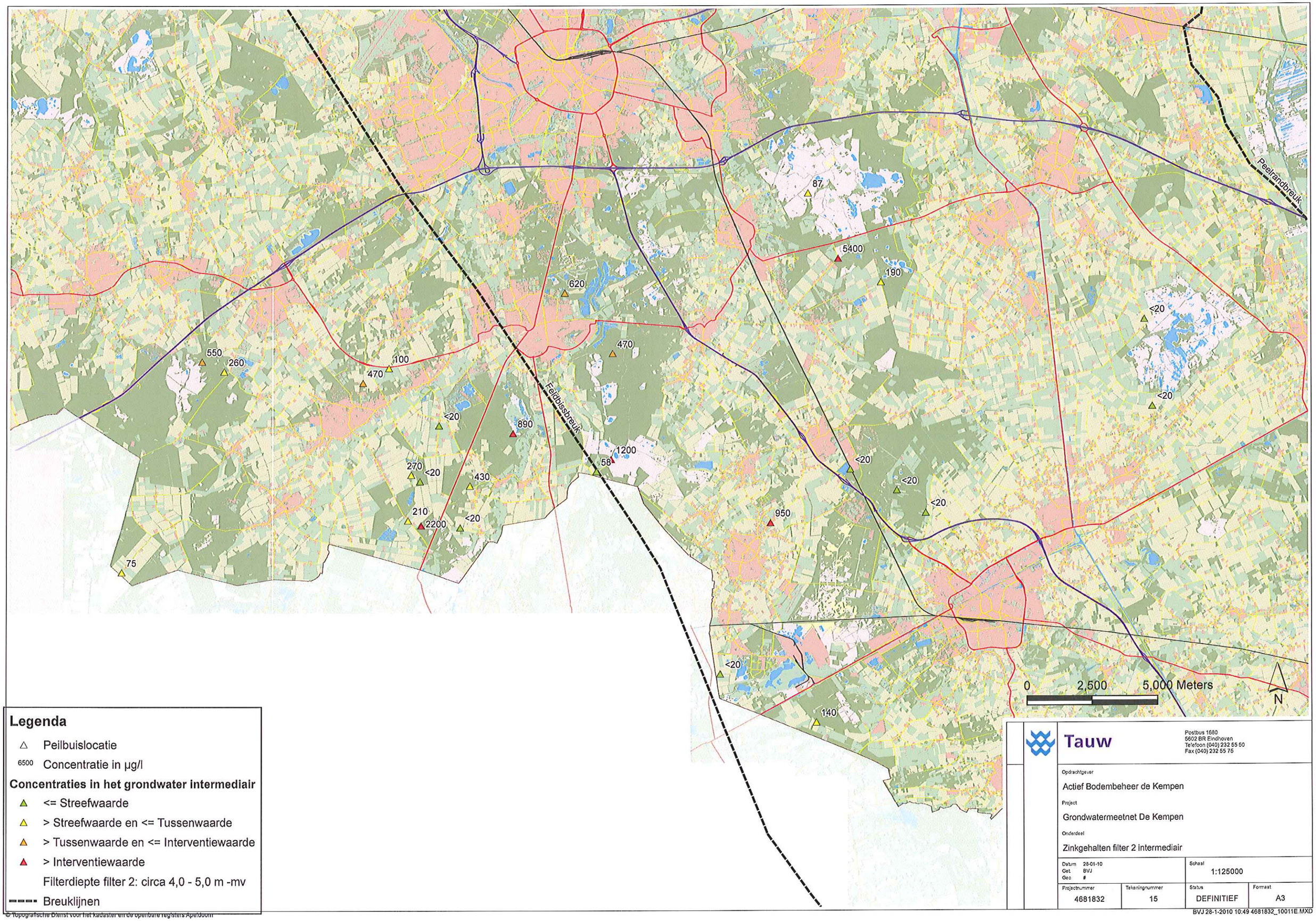
Opdrachtgever
Actief Bodembeheer de Kempen

Project
Grondwatermeetnet De Kempen

Onderdeel
Zinkgehalten filter 1 intermediair

Datum 28-01-10 Get. BVJ Gec. #		Schaal 1:125000	
Projectnummer 4681832	Tekeningnummer 14	Status DEFINITIEF	Formaat A3

BVJ 28-1-2010 10:29 4681832_10010E.MXD



Legenda

- △ Peilbuislocatie
- 6500 Concentratie in µg/l

Concentraties in het grondwater intermediair

- ▲ <= Streefwaarde
- ▲ > Streefwaarde en <= Tussenwaarde
- ▲ > Tussenwaarde en <= Interventiewaarde
- ▲ > Interventiewaarde

Filterdiepte filter 2: circa 4,0 - 5,0 m -mv

---- Breuklijnen

© Topografische Dienst voor het kadaster en de openbare registers Apeldoorn

Tauw
Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon (040) 232 55 50
Fax (040) 232 55 75

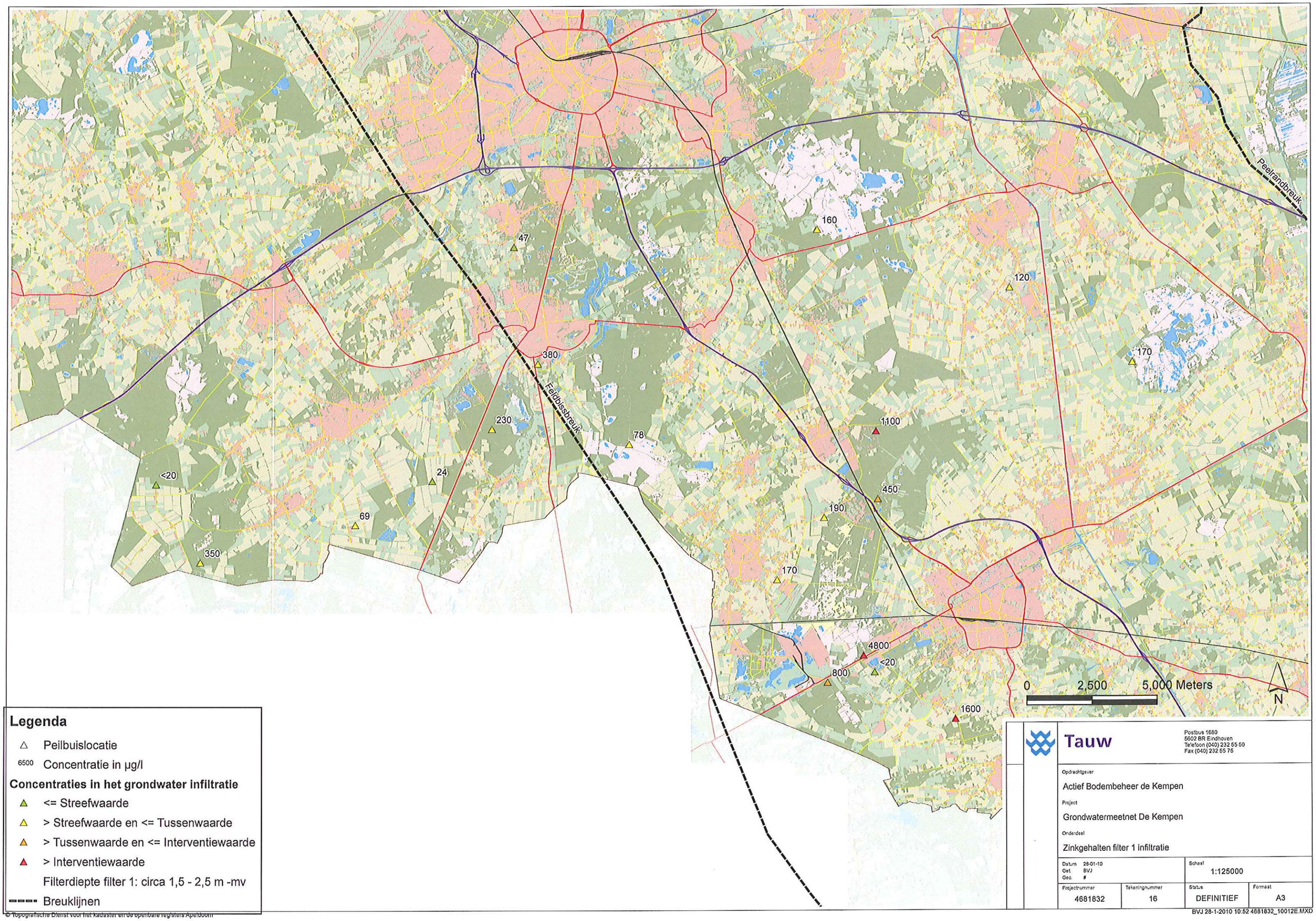
Opdrachtgever
Actief Bodembeheer de Kempen

Project
Grondwatermeetnet De Kempen

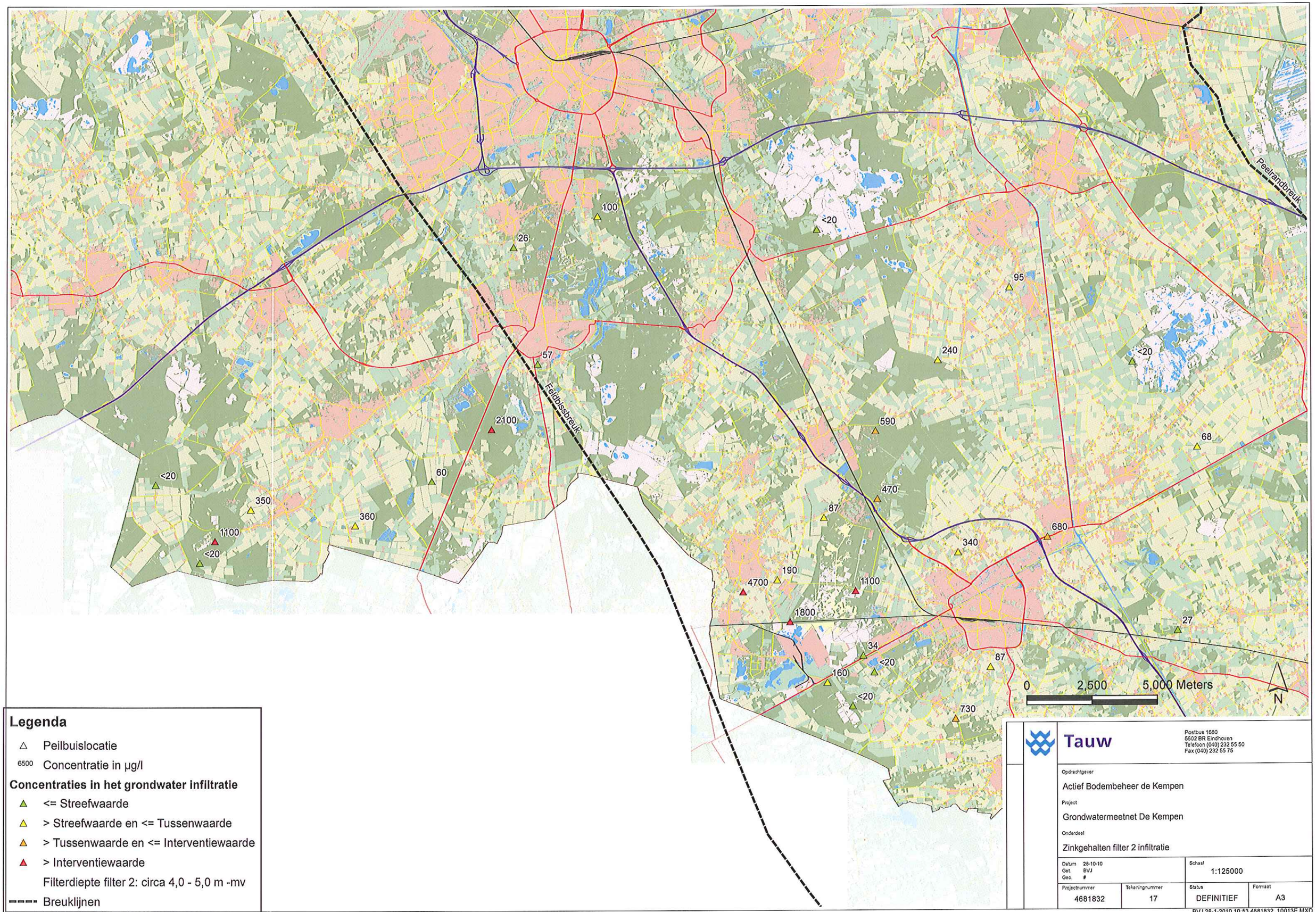
Onderdeel
Zinkgehalten filter 2 intermediair

Datum 28-01-10 Get BVJ Gec #		Schaal 1:125000	
Projectnummer 4681832	Tekeningnummer 15	Status DEFINITIEF	Formaat A3

BVJ 28-1-2010 10:49 4681832_10011E.MXD



© Topografische Dienst voor het kadaster en de openbare registers Apeldoorn



Tauw

Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon (040) 232 55 50
Fax (040) 232 55 75

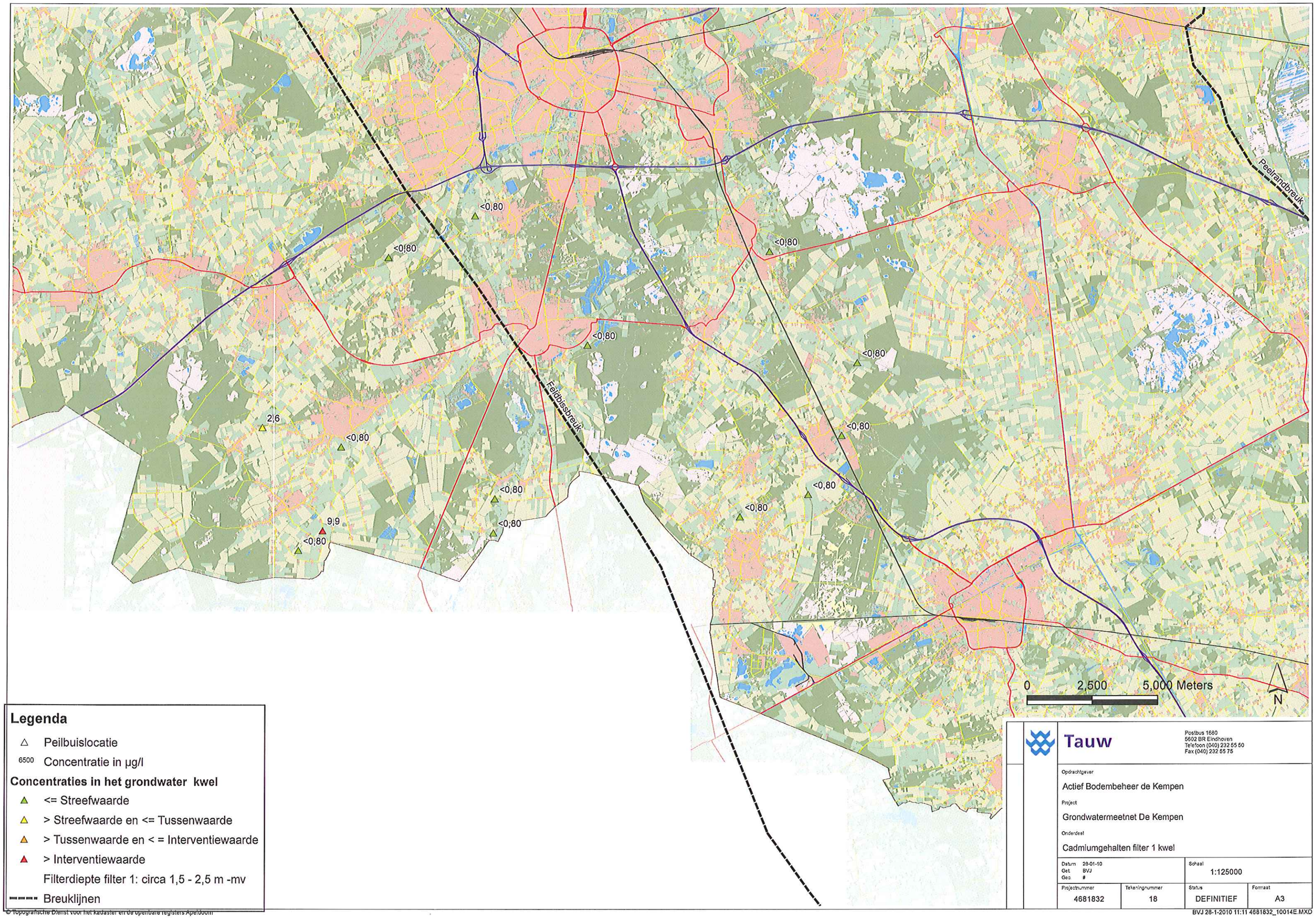
Opdrachtgever
Actief Bodembeheer de Kempen

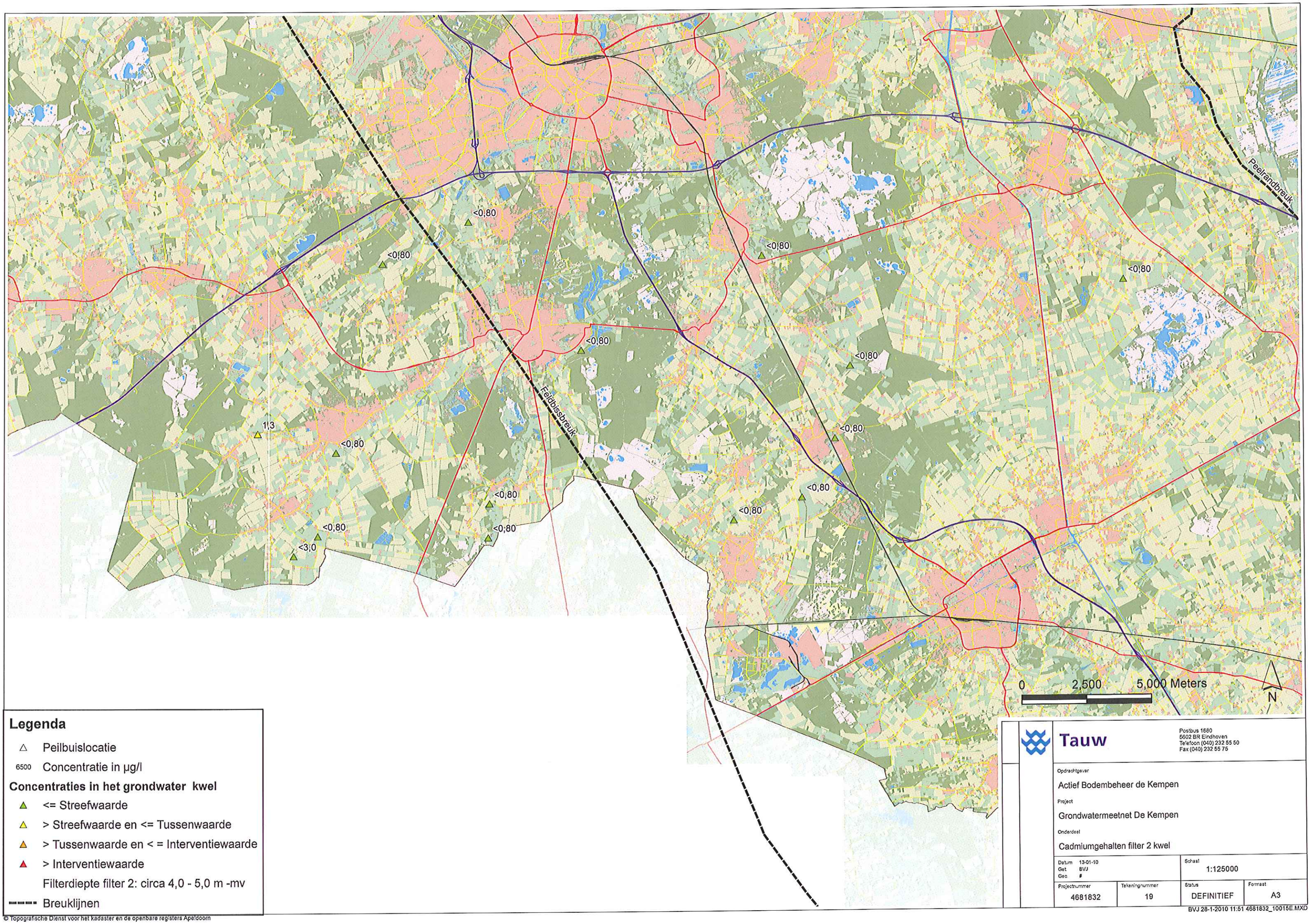
Project
Grondwatermeetnet De Kempen

Onderdeel
Zinkgehalten filter 2 infiltratie

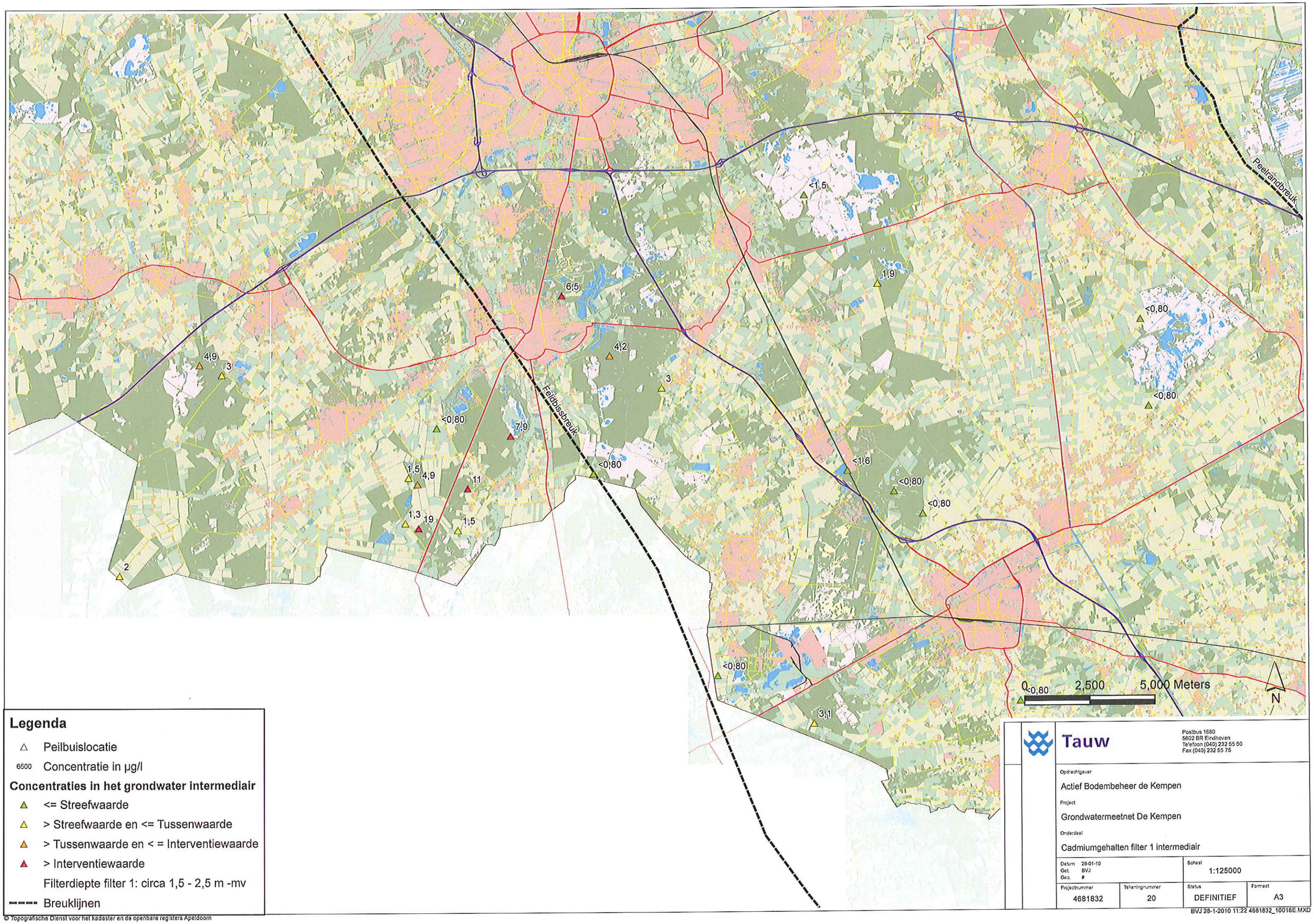
Datum 28-10-10 Get. BVJ Geo. #		Schaal 1:125000	
Projectnummer 4681832	Tekeningnummer 17	Status DEFINITIEF	Formaat A3

BVJ 28-1-2010 10.53 4681832_10013E.MXD


Peelrandbreuk
Feldbissbreuk
<0,80
2,6
9,9
0 2,500 5,000 Meters
N
Legenda
Peilbuislocatie
6500 Concentratie in µg/l
Concentraties in het grondwater kwel
<= Streefwaarde
> Streefwaarde en <= Tussenwaarde
> Tussenwaarde en < = Interventiewaarde
> Interventiewaarde
Filterdiepte filter 1: circa 1,5 - 2,5 m -mv
Breuklijnen
Tauw
Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon (040) 232 65 50
Fax (040) 232 65 75
Opdrachtgever
Actief Bodembeheer de Kempen
Project
Grondwatermeetnet De Kempen
Onderdeel
Cadmiumgehalten filter 1 kwel
Datum 28-01-10
Get. BVJ
Gec. #
Schaal
1:125000
Projectnummer
4681832
Tekeningnummer
18
Status
DEFINITIEF
Formaat
A3
© Topografische Dienst voor het kadaster en de openbare registers Apeldoorn
BVJ 28-1-2010 11:11 4681832_10014E.MXD



© Topografische Dienst voor het kadaster en de openbare registers Apeldoorn



Legenda

- △ Peilbuislocatie
- 6500 Concentratie in µg/l

Concentraties in het grondwater intermediair

- ▲ <= Streefwaarde
- ▲ > Streefwaarde en <= Tussenwaarde
- ▲ > Tussenwaarde en < = Interventiewaarde
- ▲ > Interventiewaarde

Filterdiepte filter 1: circa 1,5 - 2,5 m -mv

---- Breuklijnen

© Topografische Dienst voor het kadaster en de openbare registers Apeldoorn

Tauw
Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon (040) 232 55 50
Fax (040) 232 55 75

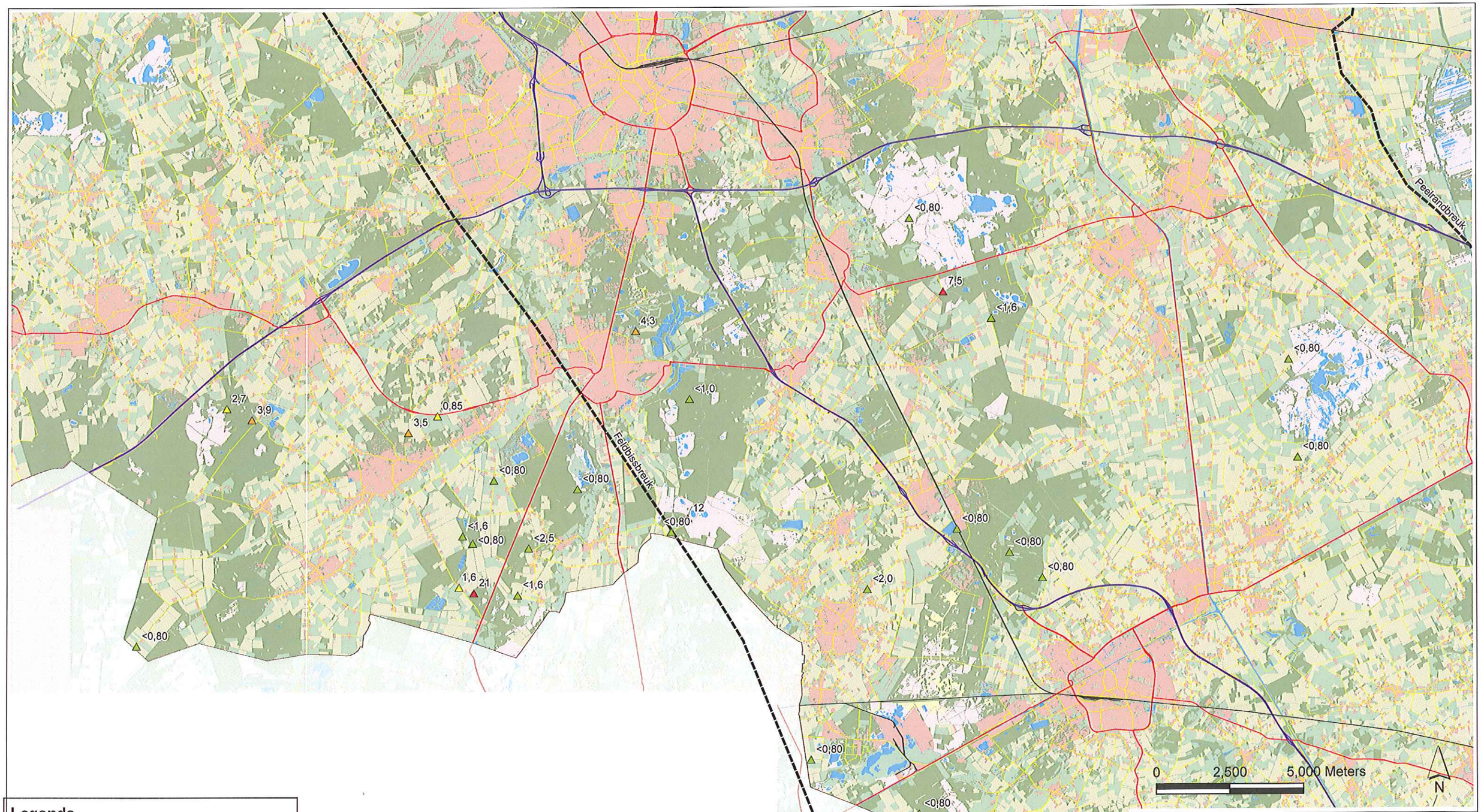
Opdrachtgever
Actief Bodembeheer de Kempen

Project
Grondwatermeetnet De Kempen

Onderdeel
Cadmiumgehalten filter 1 intermediair

Datum 28-01-10 Get. BVJ Gec. #		Schaal 1:125000	
Projectnummer 4681832	Tekeningnummer 20	Status DEFINITIEF	Formaat A3

BVJ 28-1-2010 11:22 4681832_10016E.MXD



Legenda

- △ Peilbuislocatie
- 6500 Concentratie in µg/l

Concentraties in het grondwater intermediair

- ▲ <= Streefwaarde
- ▲ > Streefwaarde en <= Tussenwaarde
- ▲ > Tussenwaarde en < = Interventiewaarde
- ▲ > Interventiewaarde

Filterdiepte filter 2: circa 4,0 - 5,0 m -mv

---- Breuklijnen

© Topografische Dienst voor het kadaster en de openbare registers Apeldoorn

Tauw
Postbus 1580
5602 BR Eindhoven
Telefoon (040) 232 55 50
Fax (040) 232 55 76

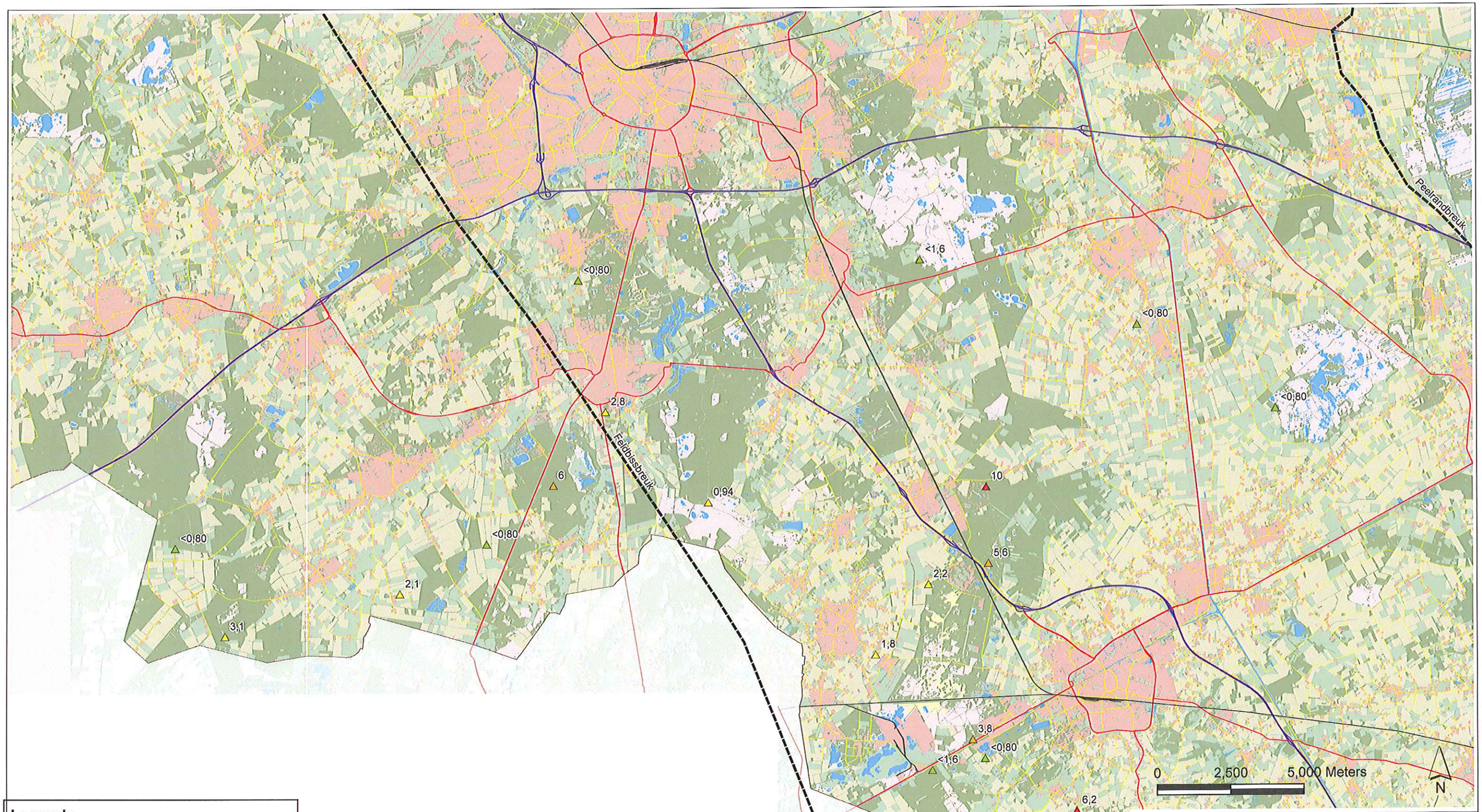
Opdrachtgever
Actief Bodembeheer de Kempen

Project
Grondwatermeetnet De Kempen

Onderdeel
Cadmiumgehalten filter 2 intermediair

Datum 28-01-10 Get BVJ Gec #		Schaal 1:125000	
Projectnummer 4681832	Tekeningnummer 21	Status DEFINITIEF	Formaat A3

BVJ 28-1-2010 11:32 4681832_10017E.MXD



Legenda

- △ Peilbuislocatie
- 6500 Concentratie in µg/l

Concentraties in het grondwater intermediair

- ▲ <= Streefwaarde
- ▲ > Streefwaarde en <= Tussenwaarde
- ▲ > Tussenwaarde en < = Interventiewaarde
- ▲ > Interventiewaarde

Filterdiepte filter 1: circa 1,5 - 2,5 m -mv

- - - - Breuklijnen

Tauw
Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon (040) 232 55 50
Fax (040) 232 55 75

Opdrachtgever
Actief Bodembeheer de Kempen

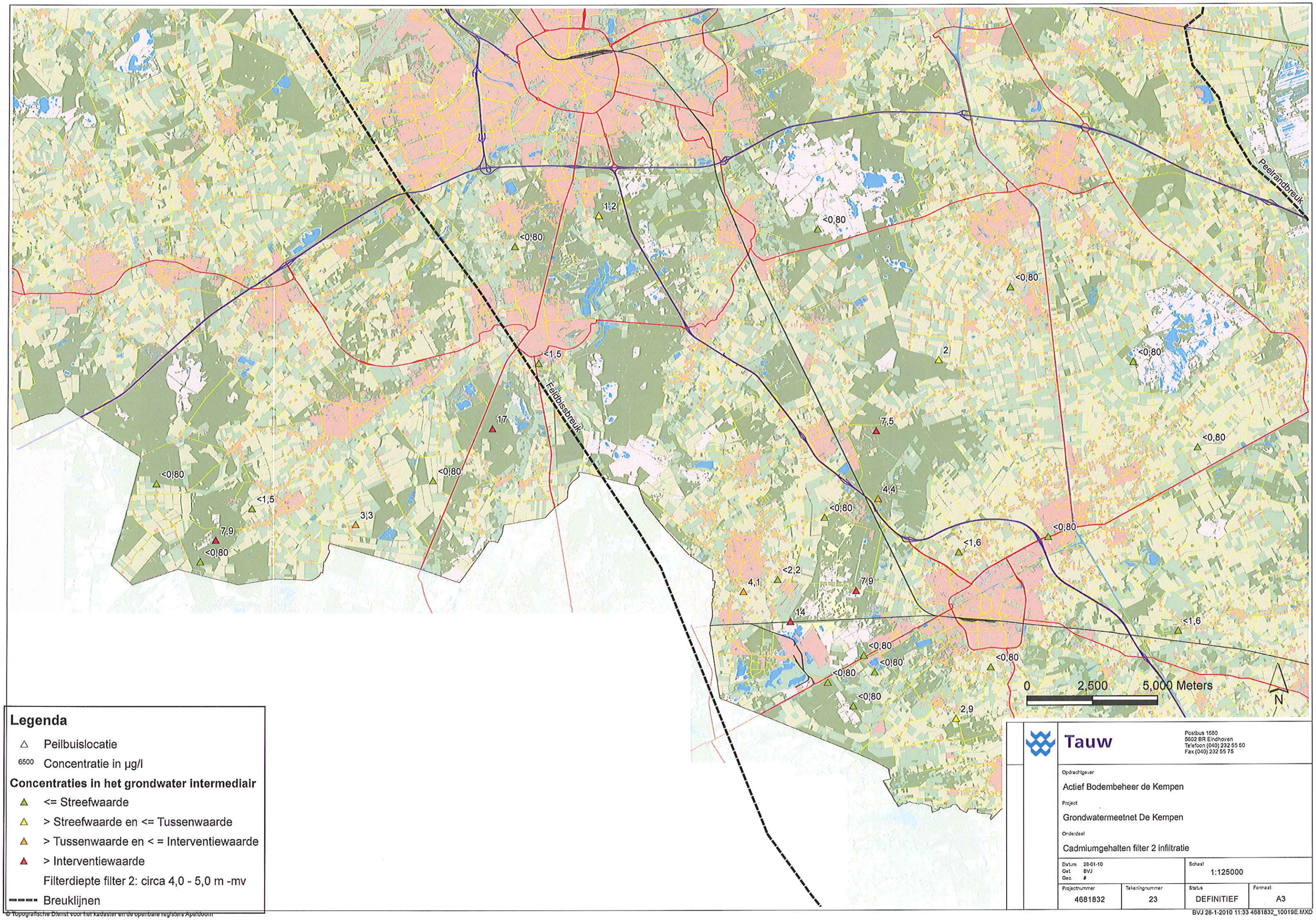
Project
Grondwatermeetnet De Kempen

Onderdeel
Cadmiumgehalten filter 1 infiltratie

Datum 28-01-10 Get. BVJ Gec. #		Schaal 1:125000	
Projectnummer 4681832	Tekeningnummer 22	Status DEFINITIEF	Formaat A3

BVJ 28-1-2010 11:31 4681832_10018E.MXD

© Topografische Dienst voor het Kadaster en de Openbare Registers Apeldoorn



Tauw

Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon (040) 232 55 50
Fax (040) 232 55 75

Opdrachtgever
Actief Bodembeheer de Kempen

Project
Grondwatermeetnet De Kempen

Onderdeel
Cadmiumgehalten filter 2 infiltratie

Datum 28-01-10 Gat. BVJ Geo. #		Schaal 1:125000	
Projectnummer 4681832	Tekeningnummer 23	Status DEFINITIEF	Formaat A3

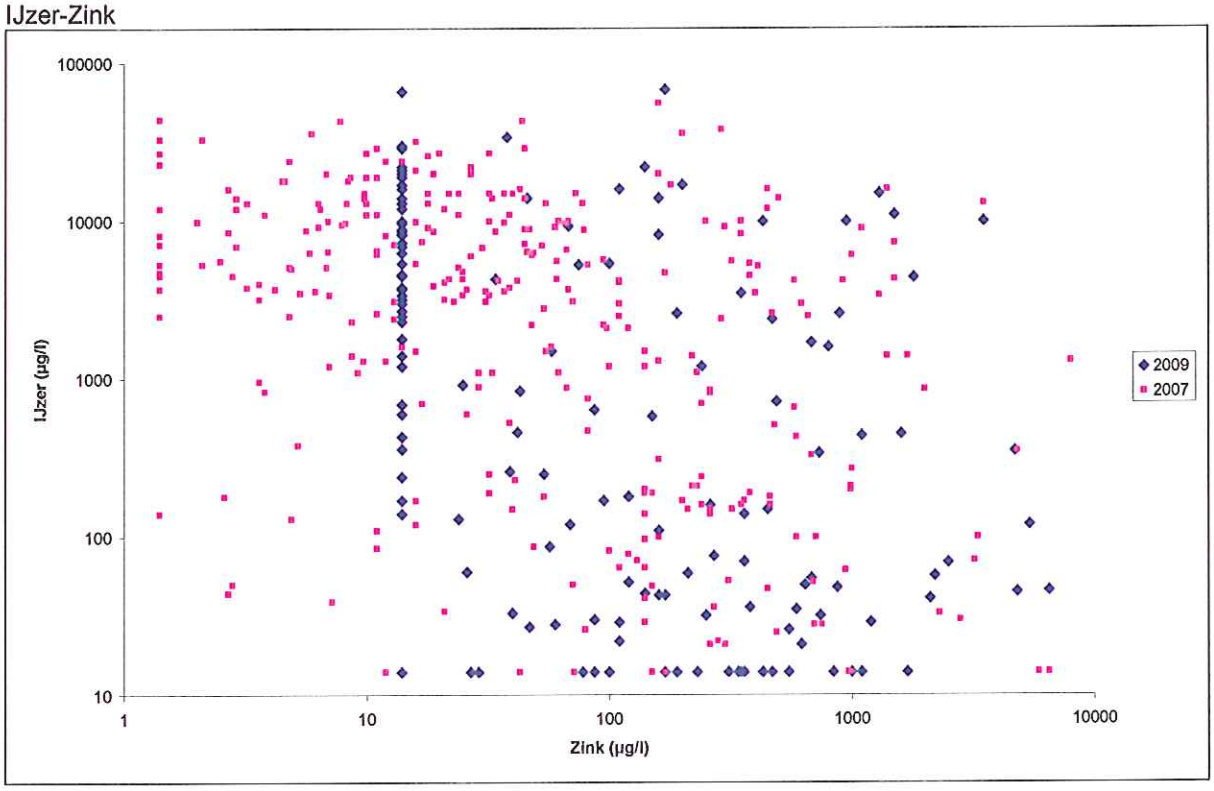
BVJ 28-1-2010 11:33 4681832_10019E.MXD

Bijlage

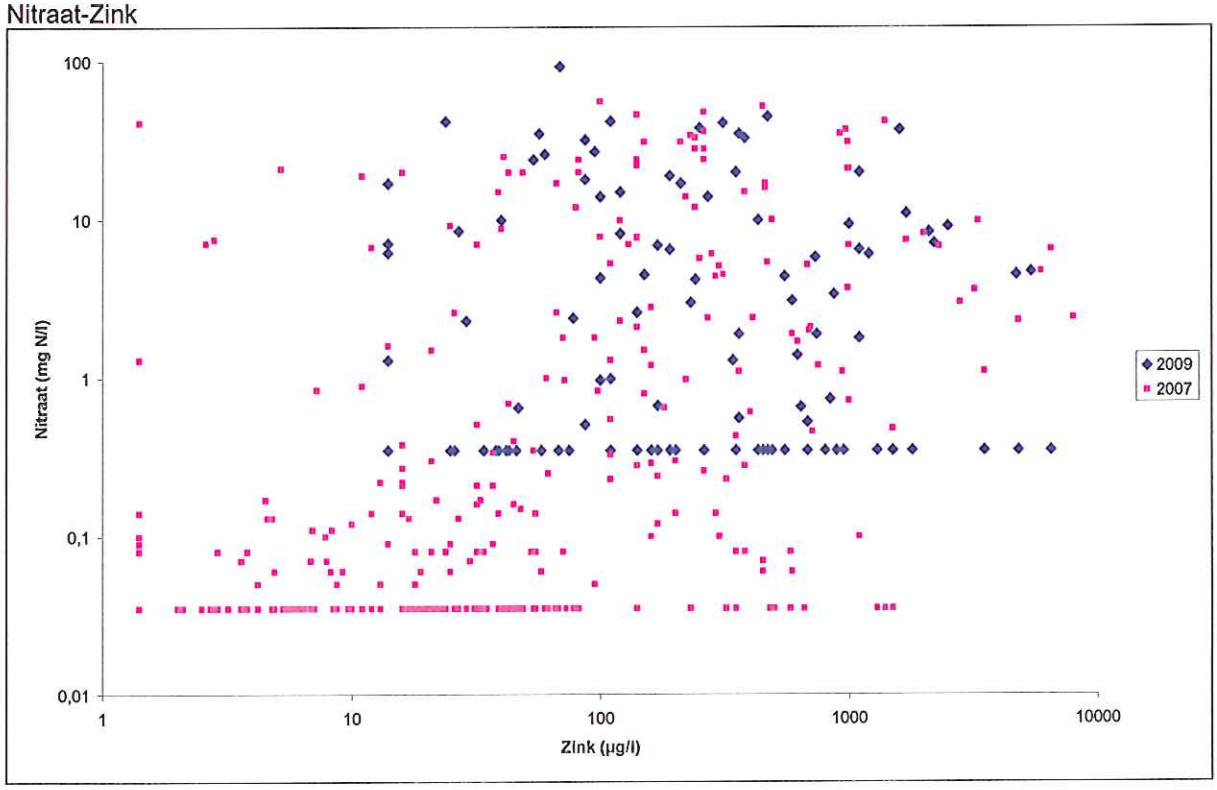
6

Correlaties

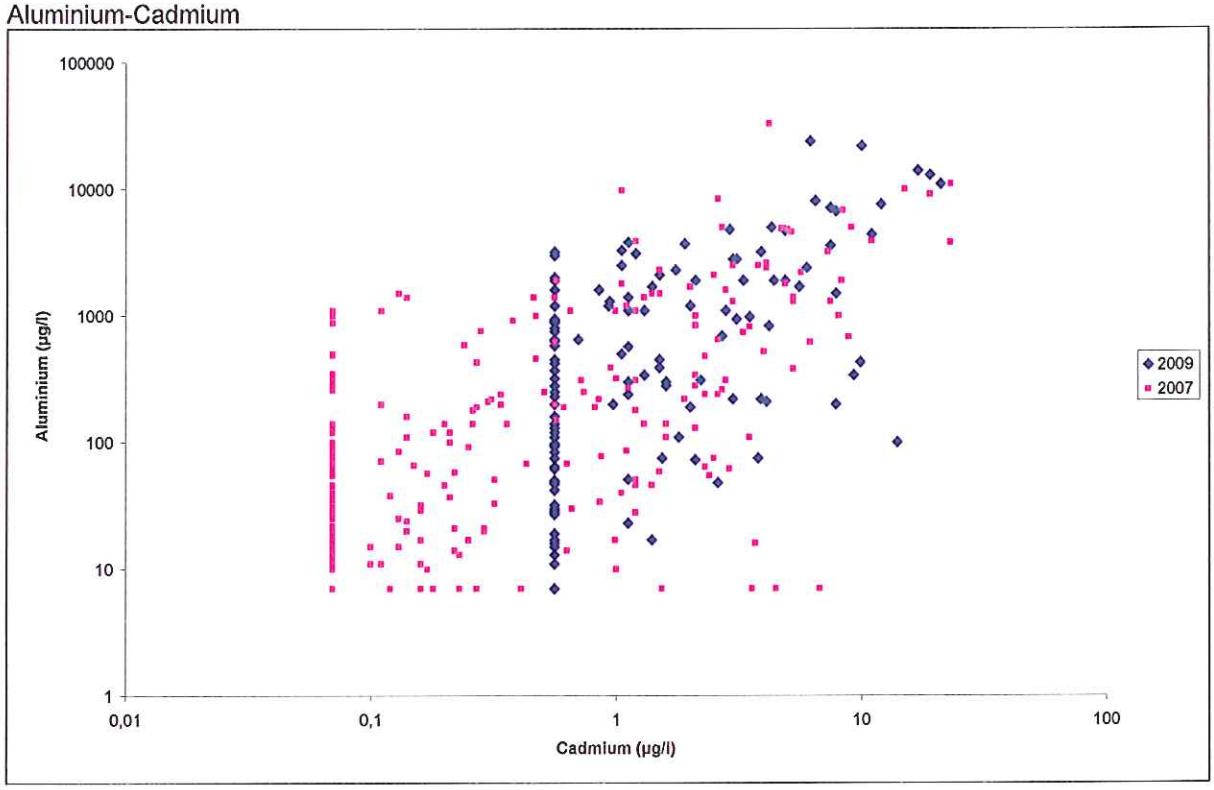
IJzer-Zink



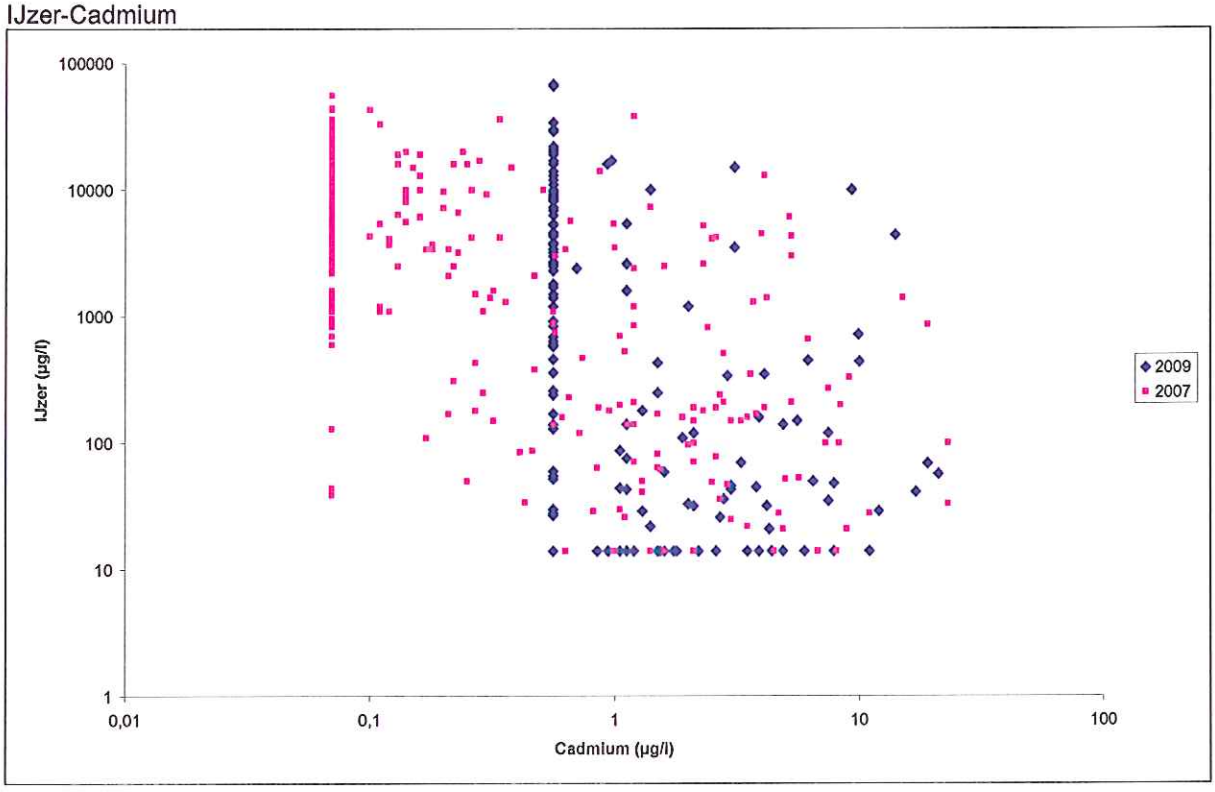
Nitraat-Zink



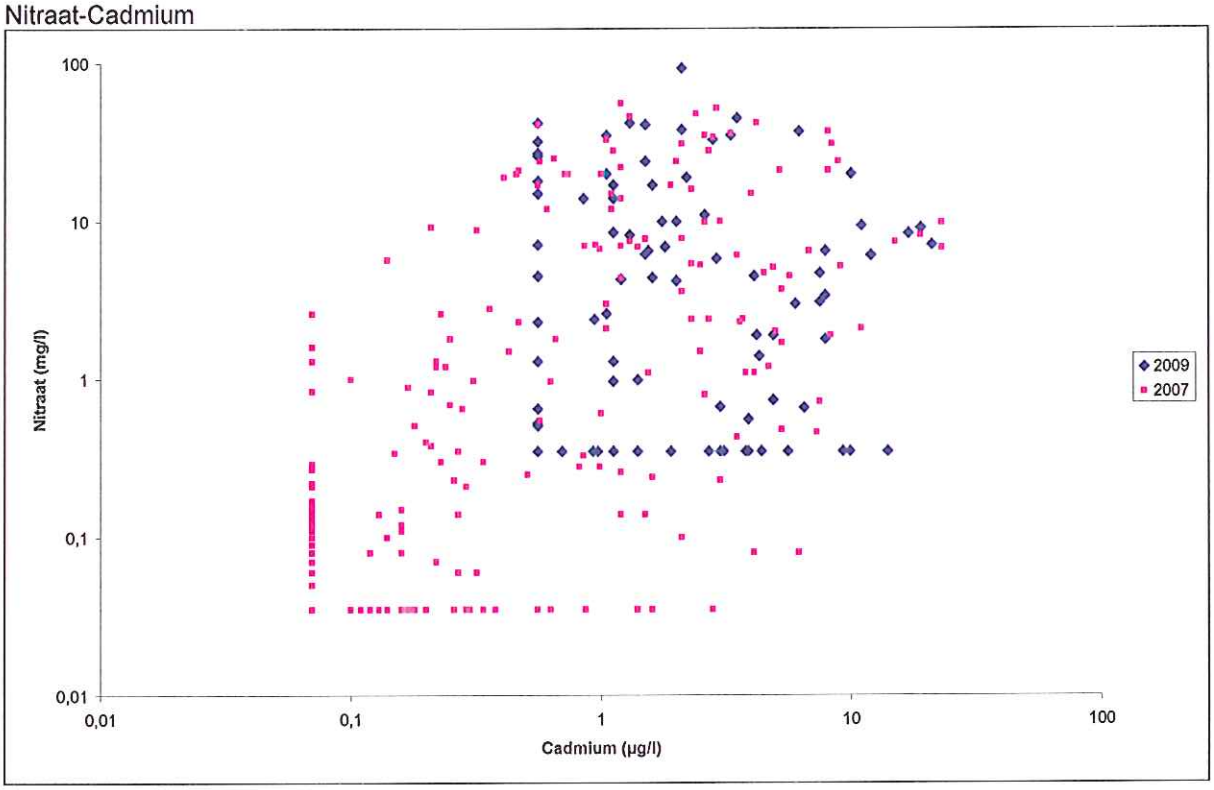
Aluminium-Cadmium



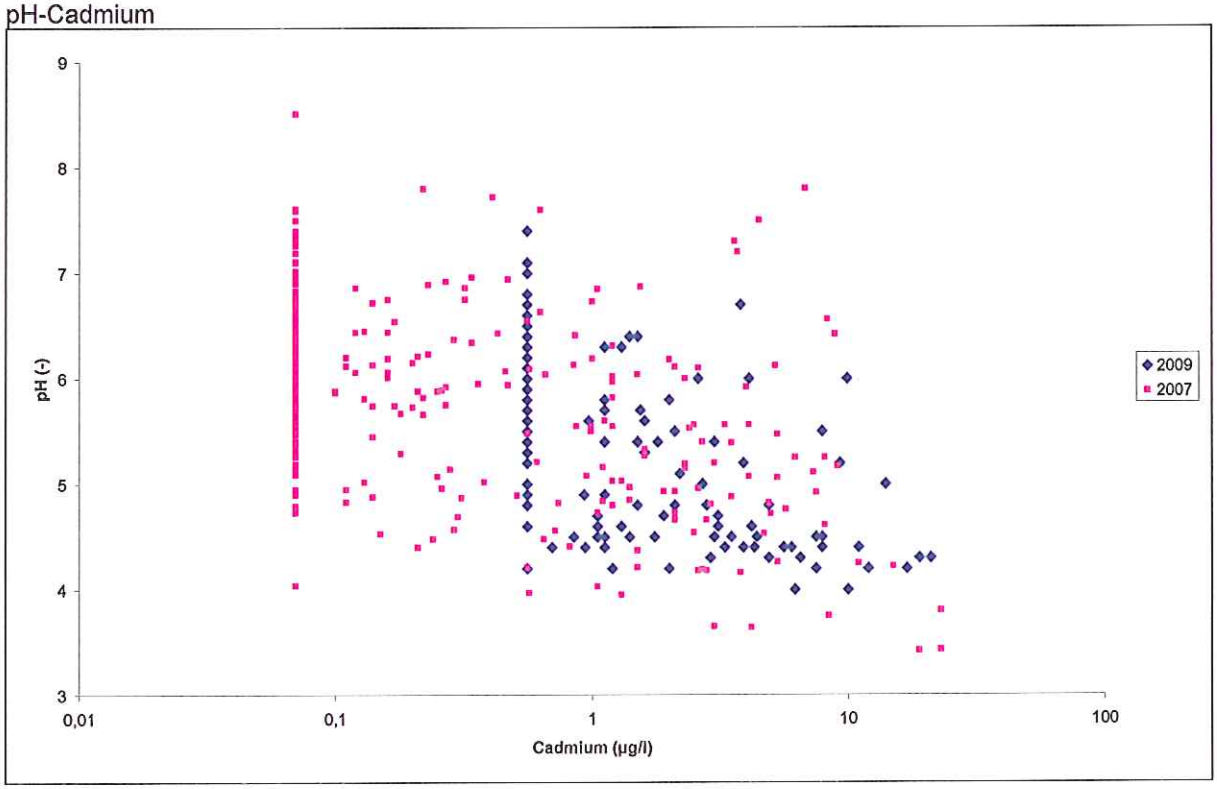
IJzer-Cadmium



Nitraat-Cadmium



pH-Cadmium



Bijlage

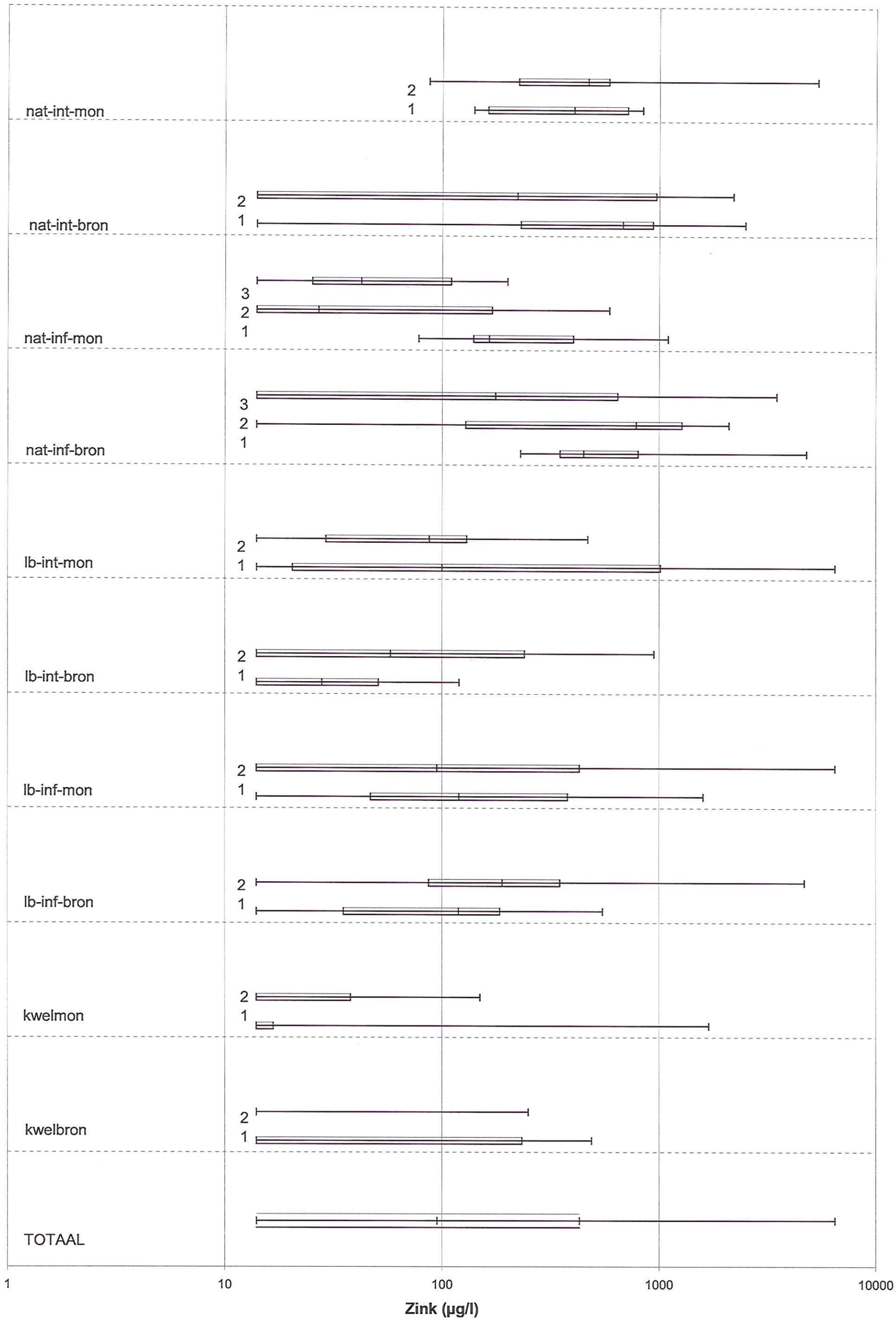
7

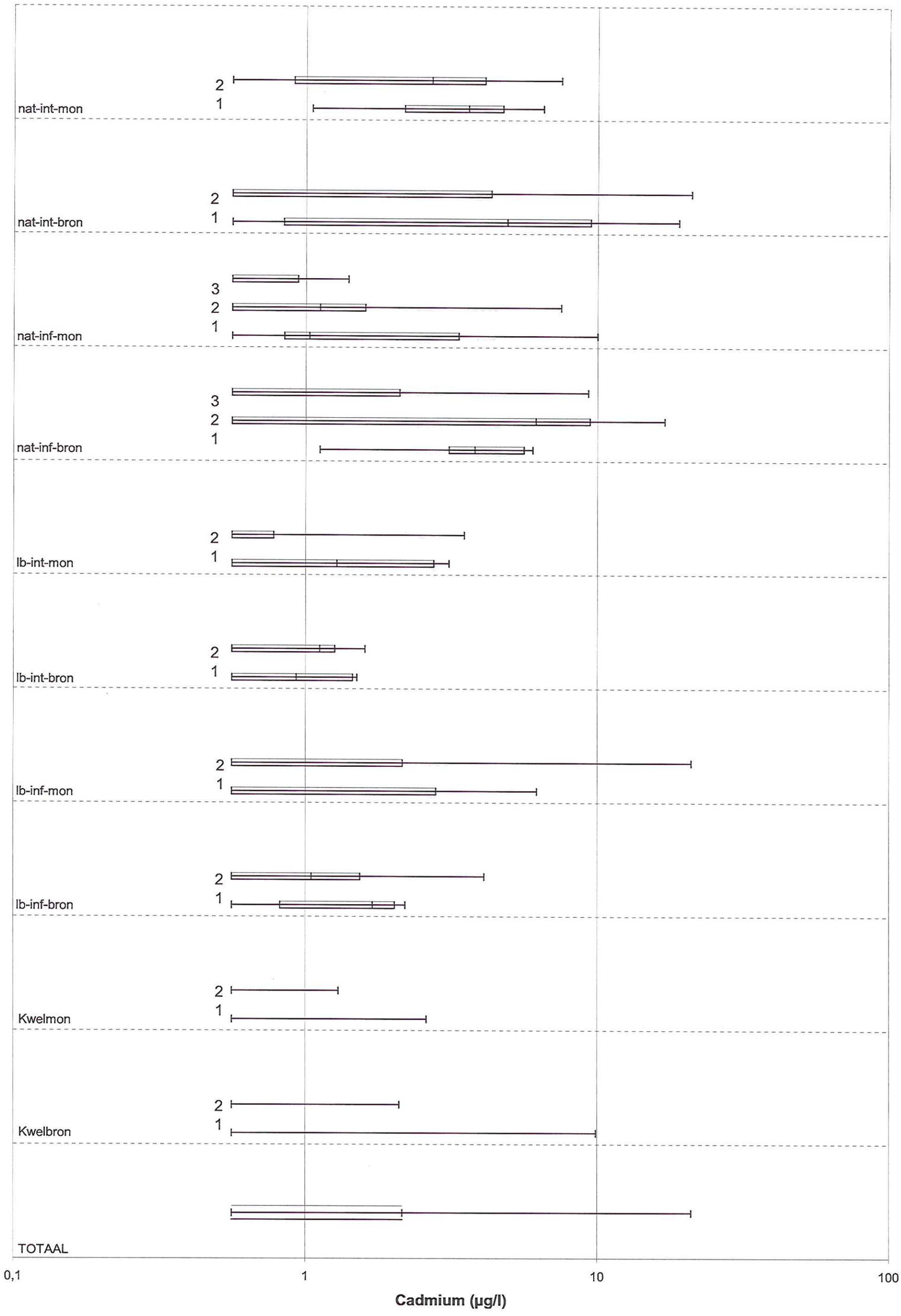
Box-plots

- data tweede meetronde
- inclusief eerste meetronde

Bijlage 7.1

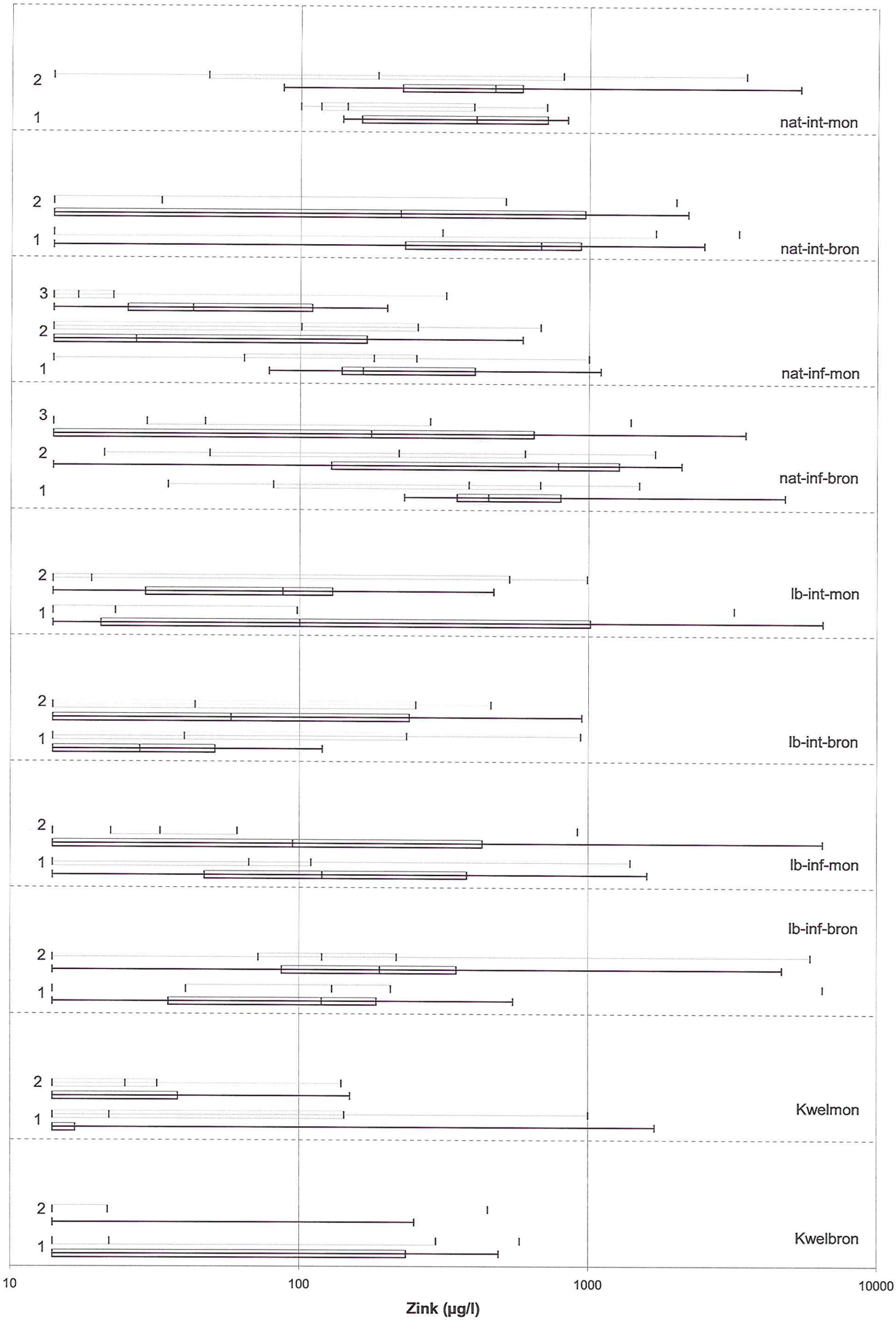
Boxplots data 2009

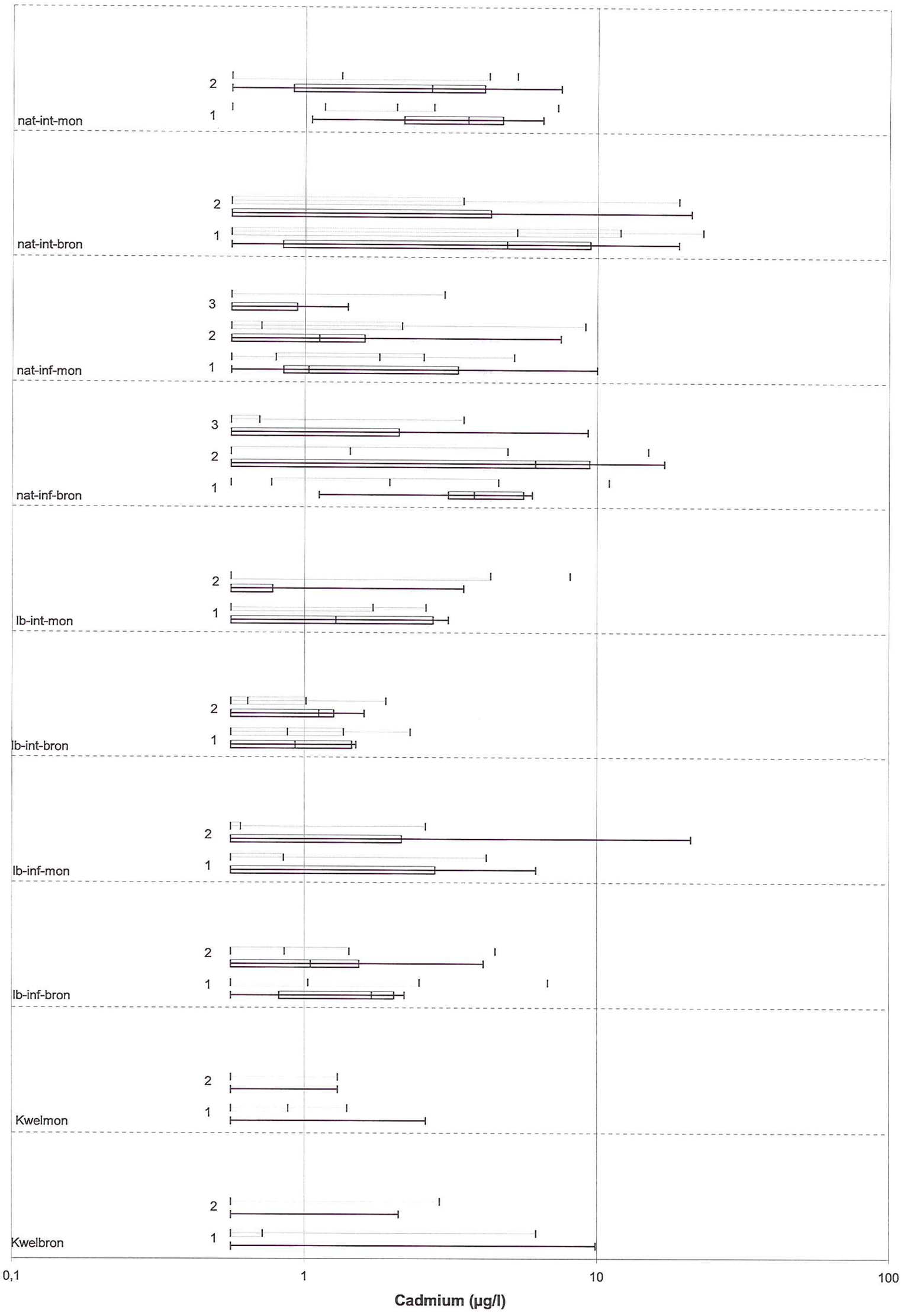

nat-int-mon
2
1
nat-int-bron
2
1
nat-inf-mon
3
2
1
nat-inf-bron
3
2
1
lb-int-mon
2
1
lb-int-bron
2
1
lb-inf-mon
2
1
lb-inf-bron
2
1
kwelmon
2
1
kwelbron
2
1
TOTAAL
1
10
100
1000
10000
Zink (µg/l)


nat-int-mon
2
1
nat-int-bron
2
1
nat-inf-mon
3
2
1
nat-inf-bron
3
2
1
lb-int-mon
2
1
lb-int-bron
2
1
lb-inf-mon
2
1
lb-inf-bron
2
1
Kwelmon
2
1
Kwelbron
2
1
TOTAAL
0,1
1
10
100
Cadmium (µg/l)

Bijlage 7.2

Boxplots inclusief bewerkte data 2007 en 2008


nat-int-mon
nat-int-bron
nat-inf-mon
nat-inf-bron
lb-int-mon
lb-int-bron
lb-inf-mon
lb-inf-bron
Kwelmon
Kwelbron
10
100
1000
10000
Zink (µg/l)


nat-int-mon
2
1
nat-int-bron
2
1
nat-inf-mon
3
2
1
nat-inf-bron
3
2
1
lb-int-mon
2
1
lb-int-bron
2
1
lb-inf-mon
2
1
lb-inf-bron
2
1
Kwelmon
2
1
Kwelbron
2
1
0,1
1
10
100
Cadmium (µg/l)

Bijlage

8

Statistische verdeling data

Bijlage 8 Statistische verdeling data

Op basis van de statistische verdeling van de data kan worden gekeken hoe groot de kans is dat een bepaalde meetwaarde binnen het gebied voorkomt. Daarom is gekeken naar de verdeling van de gemeten data (per parameter) en de verdeling van de verschillende data.
Dit is ook van belang omdat men er bij het vergelijken van verschillende data (en berekenen van correlaties) in de gebruikte formules van uitgaat dat de verschillende data normaal zijn verdeeld. Indien dit niet het geval is, kan worden gekozen tot een transformatie (bv. naar een log) of een vergelijking op rangordes.

Om dit inzicht te krijgen, is na de eerste meetronde gekeken of de verkregen data normaal (of bij benadering) normaal zijn verdeeld. Deze berekening is herhaald voor de nieuw verkregen data.
Hiervoor zijn de data uitgezet tegen een standaard-normale verdeling en de bijbehorende kans (gemiddelde = 0, standaarddeviatie = 1). Bij een normaal verdeelde dataset dient bij benadering een rechte lijn te ontstaan. De percentielen behorende bij de afwijkingen van respectievelijk -2, -1, -0,5, 0, +0,5, +1 en +2 x een standaarddeviatie zijn per parameters weergegeven in de onderstaande tabel. Tevens is de scheefheid aangegeven; de scheefheid vormt een maat voor de symmetrie die bij een normale verdeling aanwezig is. Bij een geheel symmetrische dataset is deze gelijk aan 0.

Tabel 1 Verdeling data ten opzichte van standaardverdeling

percentiel	2,30%	15,80%	30,80%	50,00%	69,20%	84,20%	97,70%	scheefheid
standaarddeviatie	-2	-1	-0,5	0	0,5	1	2	
Cd	<d	<d	<d	<d	1,59	3,96	13,10	3,06
Zn	<d	<d	<d	95,00	302,00	733,0	4160,00	3,99
Cu	<d	<d	<d	<d	7,34	14,0	35,20	9,86
Pb	<d	<d	<d	<d	<d	<d	<d	12,29
Ba	15,45	33,00	44,00	56,00	74,80	110,0	165,50	1,61
Cr	<d	<d	<d	<d	1,10	1,70	3,96	7,10
Co	<d	<d	<d	5,10	9,92	25,60	66,50	2,42
Hg	<d	<d	<d	<d	<d	<d	<d	8,96
Mo	<d	<d	<d	<d	<d	<d	7,00	6,17
Ni	<d	<d	<d	10,0	19,8	40,9	145,5	3,12
Cl	<d	6,8	13,0	21,0	31,8	42,9	69,6	1,98
Al	<d	17	75	300	972	2430	12100	4,44
Ca	863	3610	7620	18000	30000	42600	69750	1,14
Fe	<d	<d	53	450	4200	10000	29550	3,91
K	644	1670	2300	3800	10780	24300	45100	2,86
Mg	265	1440	2500	4300	5900	8230	14550	2,00
Na	2845	5380	8240	13000	19800	27300	64150	4,38
NH4	<d	<d	<d	0,09	0,27	0,60	8,46	11,19
PO4	<d	<d	<d	<d	<d	<d	<d	12,01
NO3	<d	<d	<d	<d	3,08	10,30	41,55	3,49
HCO3	<d	<d	3,42	8,50	26,00	70,50	160,00	2,45
CO3	<d	<d	<d	<d	<d	<d	<d	-1,01
DOC	0,55	2,10	3,22	5,50	9,04	17,00	36,75	4,63
hardheid	<d	0,20	0,30	0,70	1,00	1,40	2,06	1,13
SO4	5,20	23,00	38,20	49,00	68,00	95,60	191,00	10,17
pH	4,20	4,50	4,82	5,50	5,98	6,40	7,00	0,15

Uit de tabel kan worden afgeleid dat de waarden voor zink en cadmium (en nikkel) niet evenredig toenemen. Dit geldt ook voor aluminium. Een deel van de overige parameters neemt meer gelijkmatig toe, hoewel zeker geen sprake is van een gelijkmatige toename (en dus een normale verdeling).

Om inzicht te krijgen of de getallen met een log-normale verdeling beter worden benaderd, zijn de percentielen ook berekend voor de log van de gemeten waarden. Ook de pH (feitelijk een logaritmische schaal) is meegenomen.

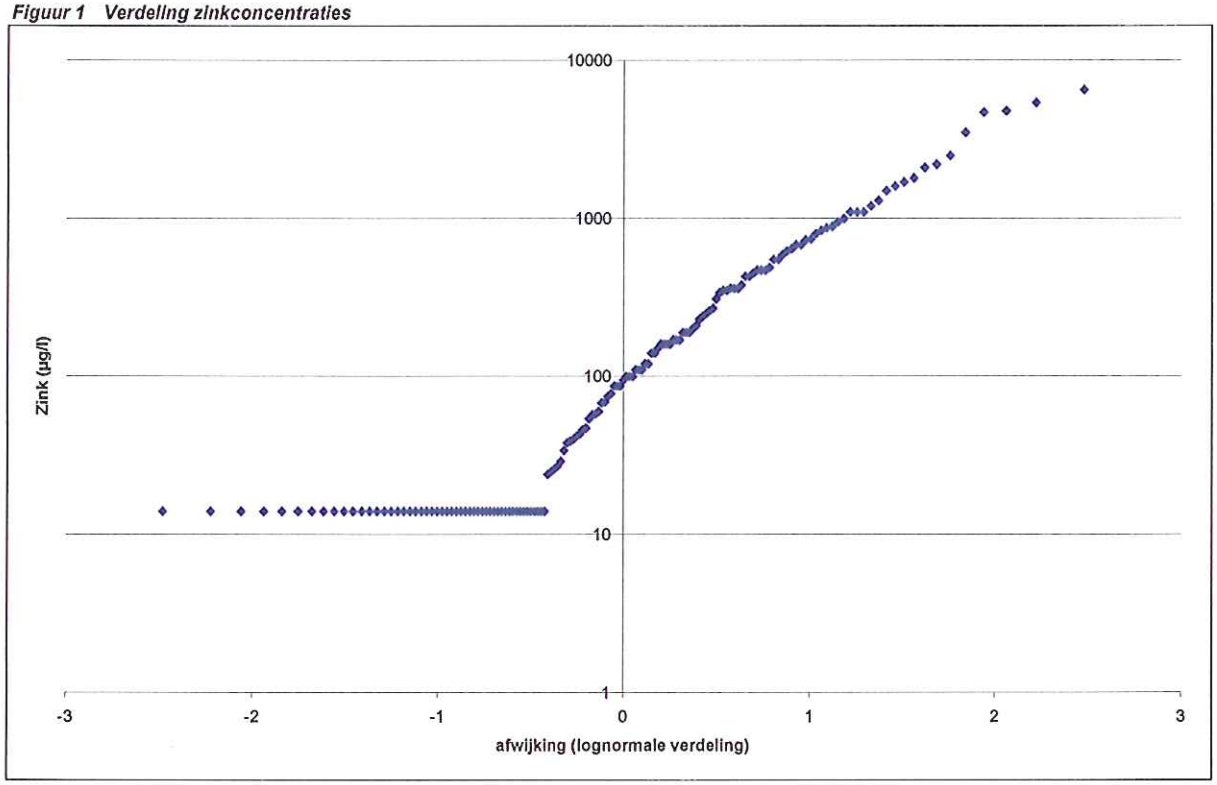
Tabel 2 Verdeling log-data ten opzichte van standaardverdeling

percentiel	2,30%	15,80%	30,80%	50,00%	69,20%	84,20%	97,70%	scheefheid
standaarddeviatie	**-2**	**-1**	**-0,5**	**0**	**0,5**	**1**	**2**	
Cd	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	0,20	0,60	1,12	1,11
Zn	1,15	1,15	1,15	1,98	2,48	2,87	3,61	0,39
Cu	0,54	0,54	0,54	0,54	0,87	1,15	1,55	1,66
Pb	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	12,29
Ba	1,19	1,52	1,64	1,75	1,87	2,04	2,22	-0,19
Cr	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	0,04	0,23	0,60	2,24
Co	0,54	0,54	0,54	0,71	1,00	1,41	1,82	1,04
Hg	-1,46	-1,46	-1,46	-1,46	-1,46	-1,46	-1,46	8,81
Mo	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,85	4,35
Ni	0,85	0,85	0,85	1,00	1,30	1,61	2,16	1,12
Cl	0,54	0,83	1,11	1,32	1,50	1,63	1,84	-0,41
Al	0,85	1,23	1,88	2,48	2,99	3,39	4,08	-0,10
Ca	2,94	3,56	3,88	4,26	4,48	4,63	4,84	-0,80
Fe	1,15	1,15	1,72	2,65	3,62	4,00	4,47	0,04
K	2,81	3,22	3,36	3,58	4,03	4,39	4,65	0,34
Mg	2,42	3,16	3,40	3,63	3,77	3,92	4,16	-1,09
Na	3,45	3,73	3,92	4,11	4,30	4,44	4,80	-0,88
NH4	-1,85	-1,85	-1,85	-1,05	-0,57	-0,22	0,93	1,07
PO4	-0,85	-0,85	-0,85	-0,85	-0,85	-0,85	-0,85	11,21
NO3	-0,46	-0,46	-0,46	-0,46	0,49	1,01	1,62	0,90
HCO3	0,32	0,32	0,53	0,93	1,41	1,85	2,20	0,43
CO3	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	1,01
DOC	-0,26	0,32	0,51	0,74	0,96	1,23	1,56	0,07
hardheid	-1,15	-0,70	-0,52	-0,15	0,00	0,15	0,31	-0,62
SO4	0,72	1,36	1,58	1,69	1,83	1,98	2,28	-0,17
pH	4,20	4,50	4,82	5,50	5,98	6,40	7,00	0,15

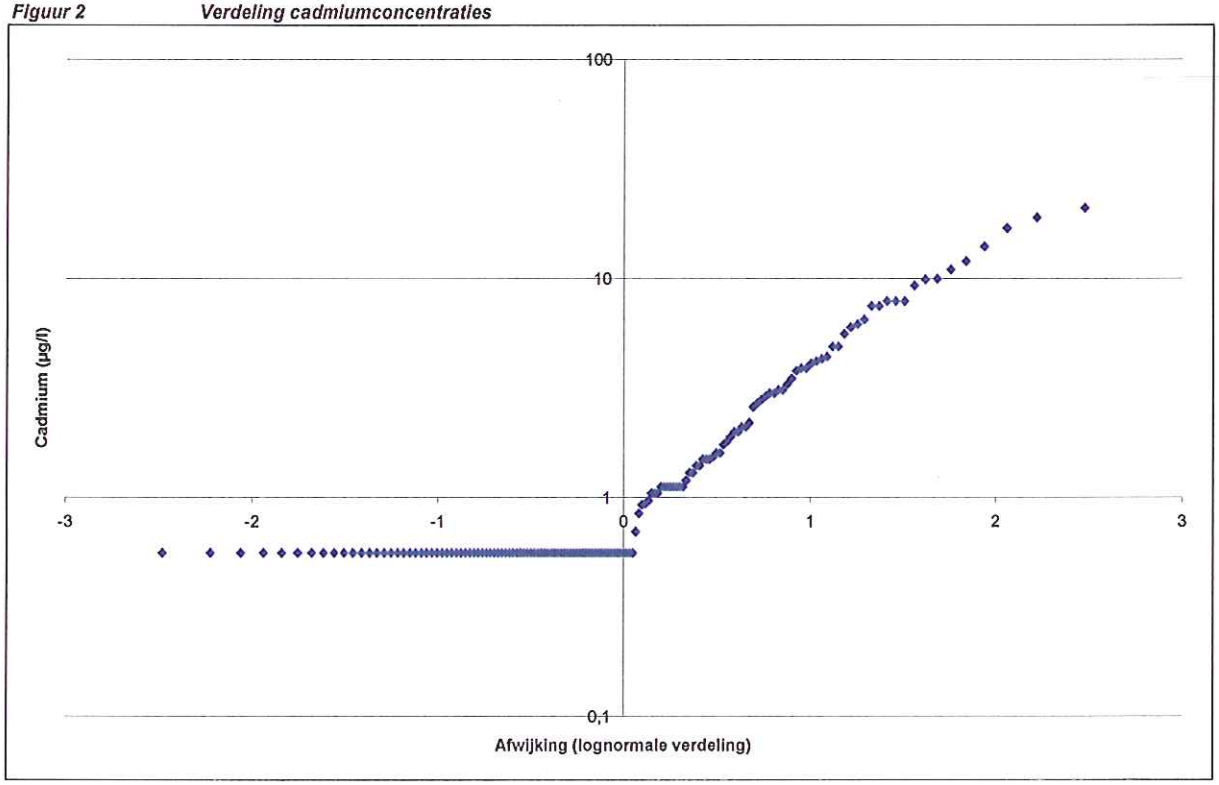
Uit het bovenstaande lijken de concentraties zink redelijk goed te kunnen worden benaderd door een log-normale verdeling. Voor de meeste andere stoffen (waaronder cadmium) lijkt deze benadering beter dan de normale verdeling, maar ook een log-normale verdeling vormt geen ideale beschrijving van de datasets. Specifiek dient voor cadmium te worden opgemerkt dat meer dan 50% van de meetwaarden beneden de detectielimiet ligt, waardoor een mooie verdeling nooit kan worden verkregen.

Ter illustratie zijn in de onderstaande figuren de log-verdelingen van de zinkconcentraties en van de cadmium weergegeven. Bij een log-normale verdeling dient er sprake te zijn van een rechte lijn.

Figuur 1 Verdeling zinkconcentraties



Figuur 2 Verdeling cadmiumconcentraties



Voor zink blijkt, zoals op basis van de getallen kan worden afgeleid, redelijk sprake van een rechte lijn en daarmee een log-normale verdeling. Wel geldt dit in de figuur alleen voor de waarden boven de detectielimiet.

Conclusies verdeling

De gemeten concentraties zink in het grondwater binnen het gebied blijken een log-normale verdeling te benaderen. De verschillen in concentraties binnen deze log-normale verdeling zijn echter dermate groot dat alleen bij zeer hoge concentraties met zekerheid kan worden gezegd dat er daadwerkelijk sprake is van een afwijking ten opzichte van voorkomende achtergrondgehalten.

Voor andere parameters blijkt een log-normale niet of in mindere mate het geval. Ook een normale verdeling vormt geen ideale beschrijving van de datasets. Het toetsen van nieuw te verkrijgen waarden aan bestaande waarden is daardoor niet goed mogelijk.

Een door middel van correlatieanalyse aan te tonen verband tussen enerzijds concentraties zware metalen (zink, cadmium) en anderzijds overige parameters heeft – als gevolg van het afwezig zijn van een goede beschrijving van de verdeling - een beperkte betekenis: dat wil zeggen er kan wel een indicatie van een verband naar voren komen, maar er is geen sprake van een absoluut getal (correlatie).

Bijlage

9

CD met data