

Bodemkwaliteitskaart 's-Hertogenbosch

Inclusief kaarten van de grondwaterkwaliteit

Gemeente 's-Hertogenbosch

16 oktober 2012
Definitief rapport
9X1522.01

HASKONING NEDERLAND B.V.
RUIMTE & MOBILITEIT

Barbarossastraat 35
Postbus 151
6500 AD Nijmegen
+31 24 328 42 84 Telefoon
Fax
info@nijmegen.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Bodemkwaliteitskaart 's-Hertogenbosch
Inclusief kaarten van de grondwaterkwaliteit
Verkorte documenttitel BKK Den Bosch
Status Definitief rapport
Datum 16 oktober 2012
Projectnaam Actualiseren BKK Den Bosch
Projectnummer 9X1522.01
Opdrachtgever Gemeente 's-Hertogenbosch
Referentie 9X1522.01/R0002/415220/Nijm

Auteur(s) I.H.M. van Oorschot
Collegiale toets
Datum/paraaf
Vrijgegeven door
Datum/paraaf

SAMENVATTING

In dit rapport wordt beschreven hoe de nieuwe bodemkwaliteitskaart en de grondwaterkwaliteitskaarten voor gemeente 's-Hertogenbosch tot stand zijn gekomen.

Bodemkwaliteitskaart

In het Besluit bodemkwaliteit zijn de regels voor grondverzet opgenomen. Het Besluit biedt de mogelijkheid de diffuse bodemkwaliteit van een gebied in kaart te brengen in een bodemkwaliteitskaart. De bodemkwaliteitskaart kan als bewijsmiddel worden gebruikt bij het ontgraven en toepassen van grond binnen de gemeente. Tevens kan op basis van de bodemkwaliteitskaart worden gedefinieerd wat de signaalwaarden en terugsaneerwaarden zijn bij een nieuw geval van bodemverontreiniging.

De bodemkwaliteitskaart is een maat voor de algemene achtergrondkwaliteit van de bodem binnen gemeente 's-Hertogenbosch. De kaart is gemaakt voor locaties die niet verdacht zijn met betrekking tot het voorkomen van lokale bodemverontreiniging. Mocht er sprake zijn van een locatie waar mogelijk sprake is van een bodemverontreiniging, dan mag de bodemkwaliteitskaart niet worden gebruikt als bewijsmiddel van de bodemkwaliteit. In dat geval dient de milieuhygiënische bodemkwaliteit op een andere manier te worden aangetoond.

Door de bodemkwaliteitskaart bestuurlijk vast te stellen kan deze worden gebruikt als geldig bewijsmiddel bij grondverzet binnen gemeente. Dan is het in een groot aantal gevallen niet meer nodig om de kwaliteit van de grond vast te stellen met bodemonderzoek of een partijkeuring. De bodemkwaliteitskaart levert hierdoor de gemeente niet alleen een goed inzicht in de milieuhygiënische kwaliteit van de bodem in haar grondgebied, de kaart levert tevens een kostenbesparing.

Gebruik van de bodemkwaliteitskaart leidt tot effectiever en efficiënter grondverzet en draagt tevens bij aan het verantwoord omgaan met natuurlijke hulpbronnen en duurzaam bodembeheer binnen de gemeente.

De bodemkwaliteitskaart geeft aan welke kwaliteit grond men kan verwachten wanneer men binnen het grondgebied van de gemeente gaat graven op onverdachte locaties. Daarnaast laat de kaart zien welke kwaliteit grond mag worden toegepast binnen de gemeente. De eisen hiervoor zijn in het rapport opgenomen.

De nieuwe bodemkwaliteitskaart maakt de algemene kwaliteit van de bodem binnen gemeente 's-Hertogenbosch inzichtelijk. Deze voldoet in bijna de hele gemeente aan de landelijke Achtergrondwaarde. Dat wil zeggen dat de kwaliteit van de bodem voldoet aan de schoonste norm voor bodemkwaliteit. In het centrum van 's-Hertogenbosch is de kwaliteit van de grond ingedeeld in klasse Industrie. Dat wil zeggen dat deze grond mogelijk niet geschikt is voor langdurig gebruik met andere bestemming dan infrastructuur, openbaar groen, kantoren, industrie, etc. Aangezien in het centrum in beperkte mate ook andere bodemgebruiksvormen voorkomen (zoals wonen met tuin, kinderspeelplaatsen) is berekend of de bodemkwaliteit een negatief effect heeft op de leefomgevingskwaliteit. Dit blijkt niet het geval te zijn.

Grondwaterkwaliteitskaarten

Voor het ondiepe grondwater is de kwaliteit in beeld gebracht. Hierbij zijn bestaande meetwaarden geëxtrapoleerd zodat er een beeld is dat gemeentedeckend is. Doel van deze kaarten is een indicatie te hebben van gebieden met verhoogde grondwatergehalten. De grondwaterkwaliteitskaarten kunnen worden gebruikt om signaalwaarden en terugsaneerwaarden te definiëren.

In de grondwaterkwaliteitskaarten zijn gebieden aangegeven waar mogelijk sprake is van veedrenking of beregening van consumptiegewassen aangeduid. Indien deze gebieden overlappen met gebieden met verhoogde gehalten van parameters in het freatisch grondwater kan de gemeente nader onderzoeken of deze activiteiten daadwerkelijk plaatsvinden én of daarbij gebruik gemaakt wordt van het ondiepe grondwater. Zo ja, dan kan de gemeente ervoor kiezen aanvullend beleid op te stellen. Bij de interpretatie van de kaart moet enige voorzichtigheid worden betracht. De kaarten zijn gebaseerd op een 'worst-case' aanpak, geven een statisch beeld van een dynamisch systeem en de inkleuring kan variëren afhankelijk van de gekozen extrapolatietechniek.

INHOUDSOPGAVE

	Blz.	
1	INZICHT IN DE KWALITEIT VAN BODEM EN GRONDWATER	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Beleidskader bodemkwaliteitskaarten	1
1.3	Bodemkwaliteitskaart	1
1.4	Grondwaterkwaliteitskaarten	2
2	TOTSTANDKOMING BODEMKWALITEITSKAARTEN	3
2.1	Verzamelen digitale gegevens	3
2.2	Bodemfunctieklassenkaart	3
2.3	Indeling in homogene deelgebieden	4
2.4	Vorbewerken dataset	5
2.5	Verdere analyse dataset en bodemkwaliteit	7
2.5.1	Indeling in bodemkwaliteitsklassen	7
2.5.2	Analyse van PCB gehalten	9
2.5.3	Risicobeoordeling P95 > Industrieklasse	9
2.5.4	Betrouwbaarheid bodemkwaliteitskaart	11
2.6	Opstellen kaarten en grondstromenmatrix	12
3	TOTSTANDKOMING GRONDWATERKAARTEN	14
3.1	Verzamelen digitale gegevens van de gemeente	14
3.2	Indeling in bijzondere gebieden	14
3.3	Vorbewerken dataset	15
3.4	Opstellen kaarten	15
3.5	Resultaat	15
3.6	Signaalwaarden	16

BIJLAGEN:

1. Bodemkwaliteitskaart
 - Homogene deelgebieden
 - Bodemfunctieklassenkaart
 - Ontgravingskaart
 - Toepassingskaart
 - Berekende kengetallen
 - Bovengrond (0 - 0,5 m-mv)
 - Ondergrond (0,5 – 2,0 m-mv)
 - Binnenstad Ondergrond 1 (2,0 – 4,0 m-mv)
 - Binnenstad Ondergrond 2 (4,0 – 6, 0 m-mv)
 - Rapportages RisicoolboxBodem
2. Grondwaterkwaliteitskaarten
 - Kengetallen grondwaterkwaliteit
 - Grondwaterkwaliteitskaarten

1 INZICHT IN DE KWALITEIT VAN BODEM EN GRONDWATER

1.1 Inleiding

In dit rapport is de technisch-inhoudelijke totstandkoming van de bodemkwaliteitskaart, functieklassenkaart en de grondwaterkwaliteitskaarten van de gemeente 's-Hertogenbosch beschreven.

1.2 Beleidskader bodemkwaliteitskaarten

Het Besluit bodemkwaliteit en de bijbehorende Regeling bodemkwaliteit beschrijft het kader waarbinnen het op landbodem toepassen van grond en baggerspecie kan plaatsvinden (grondverzet). Het Besluit biedt de mogelijkheid de diffuse bodemkwaliteit van een gebied in kaart te brengen in een bodemkwaliteitskaart. De bodemkwaliteitskaart kan, ter vervanging van bodemonderzoek of partijkeuring, als bewijsmiddel worden gebruikt bij het ontgraven en toepassen van grond op landbodem. Tevens kan de kaart worden gebruikt bij het vaststellen van eventuele verhoogde achtergrondwaarden, om te kunnen definiëren wat de signaalwaarden en vervolgens de terugsaneerwaarden moeten zijn bij nieuwe gevallen van bodemverontreiniging. De eisen voor het opstellen van een bodemkwaliteitskaart zijn beschreven in de Richtlijn bodemkwaliteitskaarten¹, en het wijzigingsblad d.d. 1 maart 2011².

Bij het opstellen van een bodemkwaliteitskaart kan worden gekozen voor een generiek beleidskader of gebiedspecifiek beleid. De gemeente 's-Hertogenbosch heeft met ondersteuning van adviesbureau Royal Haskoning, na een gedegen afwegingsproces, vastgesteld dat het generieke beleidskader goed aansluit op de wensen voor grondverzet binnen de gemeente. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de bodemkwaliteitskaart tot stand is gekomen, zoals voorgeschreven in de Richtlijn bodemkwaliteitskaarten.

1.3 Bodemkwaliteitskaart

De bodemkwaliteitskaart is opgesteld conform de Richtlijn bodemkwaliteitskaarten, en het wijzigingsblad d.d. 1 maart 2011. De bodemkwaliteitskaart is berekend voor de gehele gemeente 's-Hertogenbosch. Hierbij is onderscheid gemaakt in de bovengrond (0 – 0,5 m-mv) en de ondergrond (0,5 – 2,0 m-mv). In de historische binnenstad is ook de diepere ondergrond in kaart gebracht (resp. 2,0 – 4,0 m-mv en 4,0 – 6,0 m-mv). Voor het berekenen van de bodemkwaliteit is de gemeente onderverdeeld in zones. Van deze zones wordt verwacht dat deze een eigen diffuse bodemkwaliteit kunnen hebben op basis van bodemopbouw, bodemgebruik en gebruikshistorie van de zone. De zones zijn weergegeven in de kaart met homogene deelgebieden in bijlage 1.

De bodemkwaliteitskaart is samengesteld uit drie deelkaarten:

1. Een functieklassenkaart;
2. Een ontgravingskaart;
3. Een toepassingskaart.

¹ Richtlijn Bodemkwaliteitskaarten, 3 september 2007, Min. VROM, Min. V&W

² Wijzigingsblad d.d. 1 maart 2011 bij de "Richtlijn bodemkwaliteitskaarten versie 3 september 2007"

Bodemfunctieklassenkaart

Deze kaart geeft inzicht in het gebruik van de bodem. In het besluit bodemkwaliteit wordt grondverzet bepaald op basis van bodemkwaliteit én bodemgebruik. Er worden twee generieke bodemfunctieklassen benoemd: Wonen en Industrie. Gebieden die niet zijn ingedeeld in een bodemfunctieklassse, zijn aangeduid als 'overig'.

Ontgravingskaart

Deze kaart geeft een indicatie van de milieuhygiënische kwaliteit van een partij grond die wordt ontgraven. Binnen het generieke kader wordt onderscheid gemaakt in drie kwaliteitsklassen: Achtergrondwaarde, Wonen en Industrie.

Toepassingskaart

Deze kaart geeft aan welke kwaliteit grond mag worden toegepast in de zones. De kaart is een combinatie van de bodemfunctieklassenkaart en de berekende kwaliteitsklasse van de zone. Deze twee kaarten zijn als het ware over elkaar heen gelegd, waarbij de strengste klasse uiteindelijk bepalend is voor de toegewezen toepassingseis in de zone.

Deze kaarten zijn opgenomen in bijlage 1. In hoofdstuk 2 wordt beschreven hoe deze kaarten tot stand zijn gekomen.

1.4 Grondwaterkwaliteitskaarten

Naast inzicht in de kwaliteit van de grond is ook gewerkt aan inzicht in de kwaliteit van het ondiep grondwater binnen de gemeente.

Op basis van de beschikbare gegevens van het ondiep grondwater (tot 5 m-mv) binnen de gemeente, zijn kaarten gemaakt die een indruk geven van de kwaliteit van het grondwater binnen de gemeente. Deze kaarten zijn opgesteld voor de stoffen uit het standaardpakket grondwater, waarvan minimaal 20 waarnemingen aanwezig zijn.

De kaarten zijn opgenomen als bijlage 2. Een gedetailleerde beschrijving van de totstandkoming van deze kaarten is opgenomen in hoofdstuk 3.

2 TOTSTANDKOMING BODEMKWALITEITSKAARTEN

Voor het maken van de bodemkwaliteitskaarten zijn een aantal technisch inhoudelijke stappen uitgevoerd (gebaseerd op de Richtlijn bodemkwaliteitskaarten):

- Verzamelen digitale gegevens van de gemeente.
- Opstellen Functieklassenkaart.
- Indeling beheergebied in homogene deelgebieden.
- Voorbewerken dataset.
- Verdere analyse dataset en bodemkwaliteit.
- Opstellen kaarten en grondstromenmatrix.

In de navolgende paragrafen zijn de uitgevoerde werkzaamheden per stap nader beschreven.

2.1 Verzamelen digitale gegevens

De eerste stap is het verzamelen en ontsluiten van (digitale) gegevens. Deze zijn aangeleverd door de gemeente. De beschikbare data is gecontroleerd op relevantie, volledigheid, 'houdbaarheid' en geschiktheid voor gebruik in het GIS/BIS (Geografisch Informatie Systeem/Bodem Informatie Systeem). De volgende digitale bestanden zijn gebruikt:

- Bodemonderzoeksrapporten (datadump Squit Bodem d.d. 14 november 2011).
- Aanvullende bodemonderzoeksrapporten (d.d. 30 mei 2012, 12 juni 2012, 27 juni 2012 en 12 juli 2012)
- Lijst met geschikte rapporten voor de bodemkwaliteitskaart (d.d. 7 dec. 2011)
- Contouren van bodemonderzoeklocaties (d.d. 5 december 2011).
- Contouren homogene deelgebieden uit vorige bodemkwaliteitskaart
- Topografische ondergronden.
- Contouren van drinkwaterwingebieden
- Contouren van de wijkgrenzen binnen 's-Hertogenbosch
- Gemeentegrens.

2.2 Bodemfunctieklassenkaart

De toepassingsmogelijkheden voor grond en baggerspecie zijn gerelateerd aan de bodemfunctieklassen. In tabel 1 is weergegeven welke functies in welke klassen worden ingedeeld op basis van het generiek beleid in de Regeling bodemkwaliteit. .

De wijze van opstellen van de bodemfunctieklassenkaart is beschreven in de Regeling bodemkwaliteit. Hierbij mag worden uitgegaan van de zone-indeling van de bestaande bodemkwaliteitskaart. Deze methodiek is in 's-Hertogenbosch gehanteerd.

Tabel 1. Bodemfunctieklassen volgens Besluit bodemkwaliteit (bron: Handreiking Besluit bodemkwaliteit, SenterNovem, 2008)

BODEMFUNCTIES (GEBIEDSSPECIFIEK BELEID)	BODEMFUNCTIEKLASSEN (GENERIEK BELEID)
1. Wonen met tuin 2. Plaatsen waar kinderen spelen 3. Groen met natuurwaarden	Wonen
4. Ander groen, bebouwing, infrastructuur en industrie	Industrie
5. Moestuinen en volkstuinen 6. Natuur 7. Landbouw	<i>(Kwaliteit toe te passen grond en baggerspecie moet voldoen aan de Achtergrondwaarden)</i>

Per zone is op wijkniveau bepaald welke functieklassen voorkomen, en in welke verhouding. Per wijk is de meest voorkomende functieklassse gekozen als leidend. Het kan voorkomen dat binnen één zone meerdere bodemfunctieklassen zijn vastgesteld. De bodemfunctieklassenkaart is in december 2009 bestuurlijk vastgesteld door de gemeente 's-Hertogenbosch.

2.3 Indeling in homogene deelgebieden

Homogene deelgebieden zijn gebieden binnen de gemeente waar op basis van een aantal kenmerken van dat gebied een gebiedseigen diffuse bodemkwaliteit wordt verwacht. De bodemkwaliteit wordt voornamelijk bepaald door drie factoren; bodemopbouw, bodemgebruik en leeftijd/historie. Een oude historische woonkern heeft namelijk (naar verwachting) door het langere gebruik een andere bodemkwaliteit dan een nieuwbouwwijk.

In de vorige bodemkwaliteitskaart heeft de gemeente op basis van deze factoren een indeling in homogene deelgebieden gemaakt. Bij het actualiseren van de kaart zijn deze gebieden geëvalueerd. Hierbij is een aantal wijzigingen in de indeling aangebracht:

- Deelgebied 'Natuurgebied Bossche Broek' is samengevoegd met deelgebied 'Wonen na 1995 buitengebied zand'. In het verleden was dit gebied uitgesloten van de bodemkwaliteitskaart, omdat er onvoldoende waarnemingen waren. Inmiddels zijn er nieuwe waarnemingen die wat betreft kwaliteit overeenstemmen met het buitengebied.;
- Het bedrijventerrein 'Maliskamp' in Rosmalen is van deelgebied 'Industrie voor 1975' toegevoegd aan deelgebied 'Wonen voor 1970'. Dit is voornamelijk gedaan om te sterke versnippering van de kaart te voorkomen. Wat betreft de bodemkwaliteit is deze vergelijkbaar tussen de twee deelgebieden. Het gebied is wel nog op de functieklassenkaart als functieklassse 'Industrie' benoemd.;
- Bokhoven was als snipper ingedeeld in deelgebied 'Wonen voor 1970', de gemeente heeft er voor gekozen deze snipper bij deelgebied 'Wonen na 1995 buitengebied klei'. De bodemkwaliteit van deze gebieden is vergelijkbaar, de samenvoeging is uitgevoerd om versnippering in het kaartbeeld te voorkomen. Het gebied heeft in de functieklassenkaart wel de functieklassse 'Wonen' behouden.;

- De snipper ten noordwesten van het Engelenmeer is ingedeeld in 'Wonen na 1995 deelgebied klei'. Deze gebieden zijn wat betreft bodemkwaliteit en functieklassen hetzelfde. De samenvoeging is gedaan om versnippering in het kaartbeeld te voorkomen.;
- De wijken 'de Kruiskamp' en 'de Schutskamp' zijn van deelgebied 'Wonen voor 1970' overgegaan naar deelgebied 'Wonen 1970-1995'. Deze indeling sluit beter aan bij de gebruikshistorie van deze wijken. Wat betreft functieklassen en bodemkwaliteit is er geen verschil tussen deze twee deelgebieden.;
- Het gebied 'Erthveld' ten westen van de wijk 'Orthen', was in de vorige kaart uitgesloten. Inmiddels zijn er voldoende waarnemingen. Op grond van de gebruikshistorie, bodemkwaliteit en bodemfunctieklassen is dit gebied toegevoegd aan deelgebied 'Industrie voor 1975'.;
- Doordat de contour van de gemeentegrens is veranderd is aan de grens met gemeente Sint-Michielsgestel een strook grond toegevoegd aan de gemeente 's-Hertogenbosch. Deze is ingedeeld bij het aangrenzende deelgebied 'Wonen na 1995 buitengebied zand'.

De nieuwe indeling in homogene deelgebieden is weergegeven in tabel 2 en in bijlage 1.

Tabel 2. Homogene deelgebieden

Deelgebied
Wonen voor 1920 centrum
Wonen voor 1970
Wonen 1970-1995
Wonen na 1995 buitengebied klei
Wonen na 1995 buitengebied zand
Industrie voor 1975
Industrie na 1975

2.4 Voorbewerken dataset

In de gemeente 's-Hertogenbosch zijn de afgelopen vijftien jaar om diverse redenen bodemonderzoeken uitgevoerd die digitaal verwerkt zijn in een database (BIS). De door de gemeente aangeleverde actuele database met beschikbare bodemonderzoeken is gebruikt als basis voor de berekeningen van de diffuse bodemkwaliteit. Om de kengetallen van de bodemkwaliteit te kunnen bepalen is een aantal voorbereidingen uitgevoerd op de dataset, conform de Richtlijn bodemkwaliteitskaarten. Doel van deze voorbereidingen is de data te selecteren die representatief zijn voor het bepalen van de diffuse bodemkwaliteit. Bodemonderzoeken die bijvoorbeeld bij een tankstation zijn uitgevoerd zijn niet bruikbaar voor het bepalen van de diffuse bodemkwaliteit. Verkennend onderzoek dat uitgevoerd is in een weiland voor een bouwvergunning is juist wel representatief.

Voor het berekenen van de statische kenmerken zijn representatieve waarnemingen uit de dataset geselecteerd op basis van de volgende criteria:

- Alleen 'onverdachte' waarnemingen gebruiken
- Alleen waarnemingen tot max. 5 jaar oud gebruiken
- Waarnemingen beneden de detectielimiet corrigeren naar 'rekenwaarden'

- Uitbijters uit de dataset verwijderen
- Ruimtelijke spreiding van waarnemingen voldoet aan minimum eisen
- Monsters toekennen aan dieptetraject op basis van gemiddelde diepte
- Vaststellen of monstervoorbehandeling heeft plaatsgevonden

Onderstaand worden deze criteria nader toegelicht en is tevens aangegeven hoe deze zijn verwerkt.

- Alleen 'onverdachte' waarnemingen gebruiken

Er is geen geval van bodemverontreiniging aanwezig op de locatie waarop de waarneming is genomen (hiertoe heeft de gemeente een lijst van geschikte rapporten aangeleverd).

- Alleen waarnemingen tot max. 5 jaar oud gebruiken

De einddatum van het project waartoe de waarneming behoort, is van na 1 januari 2007 (indien nodig is van oudere projecten gebruik gemaakt, zie navolgende tekst). In de Richtlijn is aangegeven dat gegevens ouder dan vijf jaar alleen gebruikt mogen worden nadat door een toetsing blijkt dat de gegevens nog van toepassing zijn (bijvoorbeeld via de vergelijking met recentere cijfers). Voor ieder deelgebied is, voor de geselecteerde stoffen, per stof vastgesteld of er voldoende meetgegevens beschikbaar zijn om een uitspraak over de bodemkwaliteit te kunnen doen. De meetgegevens moeten uit dezelfde bodemlaag afkomstig zijn. Voor de meeste homogene deelgebieden zijn in de afgelopen 5 jaren niet de benodigde 20 representatieve waarnemingen beschikbaar. Daarnaast waren bij enkele relatief kleinere gebieden die 'los liggen' van het grotere zelfde homogeen deelgebied (ook wel 'snippers' genoemd) niet voldoende gegevens aanwezig (minimaal drie zijn noodzakelijk volgens de Richtlijn). Om deze reden is besloten voor het actualiseren van de bodemkwaliteitskaart ook gebruik te maken van oudere gegevens (vanaf 1991, de invoering van het NVN 5740 stoffenpakket). Vooraf is geverifieerd dat deze gegevens vergelijkbaar zijn met de gegevens van maximaal 5 jaar oud door de kengetallen van deze datasets te berekenen en met elkaar te vergelijken. In alle gevallen leidden deze getallen tot indeling in dezelfde bodemkwaliteitsklasse voor alle deelgebieden. De gegevens zijn daarom vergelijkbaar en kunnen samengenomen worden.

- Waarnemingen beneden de detectielimiet corrigeren naar 'rekenwaarden'
- Correctie voor waarnemingen beneden de detectielimiet ($0,7 * \text{detectielimiet}$). Het verwijderen van gehalten beneden de detectielimiet heeft tot gevolg dat waardevolle gegevens zouden worden verwijderd. Om die reden worden deze gehalten vervangen door een waarde gelijk aan 70% van de detectielimiet, wat gebruikelijk is voor log-normale en 'scheve' verdelingen (TNO-MEP, 1998). Het gebruik van vervangingswaarden maakt het mogelijk met waarnemingen beneden de detectielimiet berekeningen uit te voeren.

- Uitbijters uit de dataset verwijderen

Uitbijters (extreme waarden) zijn verwijderd. Uitbijters zijn waarnemingen die niet voldoen aan een patroon dat door andere waarnemingen is bevestigd. Uitbijters kunnen ontstaan door typefouten, calibratieproblemen, elektrische storingen, etc., maar ook door de aanwezigheid van een veel grotere variatie dan werd verwacht (TNO-MEP, 1998). Uitbijters zijn derhalve niet representatief voor het bepalen van het

achtergrondgehalte voor een stof in de bodem van een deelgebied. Het moet dus worden voorkomen uitbijters in de statistische bewerking mee te nemen, aangezien hun aanwezigheid de hoogte van met name de hogere percentielwaarden (zoals P90 en P95) sterk kan beïnvloeden. De verwijdering mag conform de nieuwe Richtlijn zoals voorheen niet meer enkel met een statistische toets. Indien het vermoeden bestaat dat een waarneming een uitbijter is, moet worden nagegaan of er een aanleiding bestaat voor het verhoogde gehalte (puin, koolresten of bepaalde bedrijfsactiviteiten). Een lijst met (mogelijke) uitbijters is ter beoordeling aan de gemeente overlegd. Zij hebben aangegeven welke mogelijke uitbijters terecht als uitbijter gekenmerkt worden. Deze zijn niet gebruikt voor het bepalen van de statistische kenmerken van de homogene deelgebieden. De overige zijn wel meegenomen.

- Ruimtelijke spreiding van waarnemingen voldoet aan minimum eisen
De ruimtelijke spreiding is geverifieerd. Nagegaan is of conform de Richtlijn voldaan wordt aan de criteria voor ruimtelijke spreiding. Dit betekent dat een homogeen deelgebied in 20 denkbeeldige vakken wordt onderverdeeld, waarbij in 10 van deze 20 vakken een waarneming moet liggen. Voor alle homogene deelgebieden wordt hieraan voldaan.
- Monsters toekennen aan dieptetraject op basis van gemiddelde diepte
Bepalen diepte van monsters: in een groot aantal situaties zijn (meng)monsters niet strikt binnen het dieptetraject van bijvoorbeeld 0-0,5 m-mv genomen. Op basis van begin- en einddiepten van de monsters zijn gemiddelde diepten berekend. Aan de hand van de gemiddelde diepte is bepaald aan welk dieptetraject de waarneming kan worden toegekend.
- Vaststellen of monstervoorbehandeling heeft plaatsgevonden
Conform de Richtlijn moet nagegaan worden of monstervoorbehandeling heeft plaatsgevonden. Monstervoorbehandeling is sinds 1 juli 2007 gestandaardiseerd (conform AS3000) dus kan ervan uit worden gegaan dat vanaf die datum vrijwel zeker monstervoorbehandeling heeft plaatsgevonden. Oude gegevens (niet AS3000) zijn zoals eerder beschreven eveneens meegenomen in de berekeningen.

2.5 Verdere analyse dataset en bodemkwaliteit

2.5.1 Indeling in bodemkwaliteitsklassen

Binnen de homogene deelgebieden variëren de gehalten van een stof. Er is dus geen sprake van één gehalte, maar van een verdeling van gehalten. Deze verdeling karakteriseert de diffuse bodemkwaliteit van het homogene deelgebied. Veelal is sprake van een scheve verdeling: de bulk van de waarnemingen bevindt zich in de laagste regionen. Deze waarnemingen zijn veelal de van nature in de bodem voorkomende hoeveelheden en zijn niet als verontreinigingen aan te merken. Om de mate van diffuse verontreiniging in een getal uit te drukken, zijn verschillende statistische kengetallen bruikbaar. In het kader van hergebruik van grond is met name het gemiddelde belangrijk. In het Besluit bodemkwaliteit is vastgelegd dat het rekenkundig gemiddelde wordt gebruikt om de bodemkwaliteit per homogeen deelgebied te karakteriseren.

Per deelgebied zijn voor de boven- en ondergrond van 14 stoffen een aantal statistische waarden (kengetallen) bepaald (gemiddelde, 25-, 50-, 75-, 90-, 95- en 98-percentielwaarde, standaarddeviatie en variatiecoëfficiënt). Deze statistische waarden worden gebruikt bij de karakterisering van het deelgebied. In bijlage 1 zijn de statistische kengetallen voor respectievelijk de boven- en ondergrond opgenomen. Ook de gemiddelde lutum- en humusgehalten per deelgebied zijn opgenomen.

De stof waarvan het gemiddeld gehalte in de hoogste klasse wordt ingedeeld, bepaalt uiteindelijk de bodemkwaliteit van het homogeen deelgebied. Hierbij is de volgende toetsing gehanteerd:

- Alle stoffen voldoen aan de Achtergrondwaarde: Klasse Achtergrondwaarde
- Eén of meerdere stoffen overschrijden de Achtergrondwaarde: Klasse Wonen*.
- Eén of meerdere stoffen overschrijden de waarde(n) voor Wonen: Klasse Industrie.

* Uitzondering op deze regel: indien er slechts voor twee stoffen een overschrijding is tot maximaal 2x Achtergrondwaarde en ook de gemiddelde waarde lager is dan de klasse Wonen, wordt de zone in de klasse Achtergrondwaarde ingedeeld (niet in klasse Wonen);

Dit resulteert in de volgende indeling in bodemkwaliteitsklassen:

Tabel 3. Bodemkwaliteitsklassen van de homogene deelgebieden

Zone	Dieptetraject	Kwaliteit ontvangende bodem (Bodemkwaliteitskaart)
Wonen voor 1920 centrum	BG (0-0,5 m-mv)	Industrie
Wonen voor 1970	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde
Wonen 1970-1995	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde
Wonen na 1995 buitengebied klei	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde
Wonen na 1995 buitengebied zand	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde
Industrie voor 1975	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde
Industrie na 1975	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde
Wonen voor 1920 centrum	OG(0,5-2 m-mv)	Industrie
Wonen voor 1970	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde
Wonen 1970-1995	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde
Wonen na 1995 buitengebied klei	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde
Wonen na 1995 buitengebied zand	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde
Industrie voor 1975	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde
Industrie na 1975	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde
Wonen voor 1920 centrum	OG (2-4 m-mv)	Industrie
Wonen voor 1920 centrum	OG (4-6 m-mv)	Achtergrondwaarde

Achtergrondwaarde

Alle zones buiten het centrum van 's-Hertogenbosch worden ingedeeld in kwaliteitsklasse Achtergrondwaarde. Dit geldt zowel in boven- als in ondergrond (tot 2,0 m-mv).

Industrie

De binnenstad van 's-Hertogenbosch bestaat uit een dikke stedelijke ophooglaag (gemiddeld tot 4,0 m-mv), die sinds de 13^e eeuw sterk is belast door met name de lokale koperslagerijen. Uit eerdere onderzoeken is bekend dat het oorspronkelijke maaiveld in de 13^e eeuw op ongeveer 4 m-mv ten opzichte van het huidige maaiveld ligt. Onder

deze diepte is geen sprake van een stedelijke ophooglaag, maar van oorspronkelijke bodemkwaliteit van het gebied. Dit komt tot uiting in de kengetallen van de bodemkwaliteitskaart. De zone 'wonen voor 1920 centrum' wordt door de hoge gehalten van zware metalen (koper, lood en zink) ingedeeld in de klasse Industrie. Vanaf circa 4,0 m-mv en dieper is het gehalte zware metalen veel lager en wordt de zone ingedeeld in de klasse Achtergrondwaarde.

2.5.2 Analyse van PCB gehalten

In enkele gebieden is het berekende gemiddelde gehalte aan PCB's verhoogd ten opzichte van de achtergrondwaarde (AW2000). Meestal houdt dit verband met de hoge detectielimiet van analysemethoden voor PCB. Die is soms hoger dan de norm voor de Achtergrondwaarde. Om dit probleem op te lossen gelden voor PCB aanvullende toetsregels. Bij toetsing aan de achtergrondwaarde hoeft er bij deze somparameter geen rekening gehouden te worden met de klassegrens voor Wonen (zie toelichting op de toetsregels op pagina 7). Voor PCB is deze waarde namelijk gelijk aan de klasse Achtergrondwaarde. Om te voorkomen dat een zone op grond hiervan in de Industrieklasse wordt ingedeeld is de toetsingseis voor Achtergrondwaarde bij somPCB als volgt gedefinieerd: Als het gehalte voldoet aan $2 \times AW$ mag de parameter als achtergrondwaarde worden geclassificeerd (Regeling bodemkwaliteit, art. 4.2.2, lid 8). Aanvullend op deze regels gelden ook afspraken voor de PCB die niet boven de detectielimiet zijn gerapporteerd. Indien de som PCB een <-teken heeft kan er bij de toetsing vanuit gegaan worden dat deze stof voldoet aan de achtergrondwaarde. Deze som krijgt alleen een <-teken als de individuele parameters allen de detectielimiet niet hebben overschreden.

In de database van 's-Hertogenbosch is niet altijd een <-teken ingevoerd als dat wel was opgegeven in het analysecertificaat. Deze waarnemingen zijn allen door de gemeente gecontroleerd. Conclusie is dat in vrijwel alle waarnemingen de individuele PCB < detectielimiet zijn gemeten. Volgens de regels mag de som dan worden geclassificeerd als Achtergrondwaarde (Regeling bodemkwaliteit, Bijlage G IV). Er zijn in een paar zones één of twee uitzonderingen, maar op basis van het aantal waarnemingen kunnen we die als niet-representatief (uitbijter) beschouwen. Naar aanleiding van deze analyse zijn PCB in alle zones ingedeeld als Achtergrondwaarde.

2.5.3 Risicobeoordeling P95 > Industrieklasse

De mogelijke risico's die bij hergebruik van grond en baggerspecie kunnen optreden worden bepaald met een risicomodel: de Risicotoolbox. De Richtlijn schrijft voor dat dit model alleen wordt toegepast als de P95 van een zone de industrieklasse overschrijdt. In alle overige gevallen is er geen risico dat grondverzet met potentieel ernstige verontreinigde grond wordt uitgevoerd.

In 's-Hertogenbosch is de P95 van koper en lood hoger dan de norm van de industrieklasse binnen de stedelijke ophooglaag in de binnenstad (zone 'Wonen voor 1920 centrum', dieptetrajecten 0 – 0,5 m-mv, 0,5 – 2,0 m-mv en 2,0 – 4, 0 m-mv). Voor deze zone is de RisicotoolboxBodem gebruikt om na te gaan of het saneringscriterium wordt overschreden.

In deze analyses is nagegaan of in het centrum van 's-Hertogenbosch, op basis van de berekende P95 gehalten van de verschillende dieptetrajecten sprake is van

overschrijding van het saneringscriterium. De analyse is uitgevoerd voor drie typen bodemfunctie die in de binnenstad van 's-Hertogenbosch kunnen voorkomen:

- Wonen met tuin (incl. enige consumptie van gewassen uit eigen tuin)
- Plaatsen waar kinderen spelen
- Ander groen, bebouwing, infrastructuur en industrie

Hierbij is voor de risicobepaling van lood de handleiding gevolgd die in de Risicotoolbox beschikbaar is (Instructie bepaling spoed van gevallen van ernstige bodemverontreiniging met lood in stedelijke ophooglagen en toemaakdekken³).

Resultaat van deze analyse is gerapporteerd in bijlage 1. Hieruit blijkt dat er in geen van de dieptetrajecten sprake is van humaan risico of verspreidingsrisico.

Voor ecologisch risico is eerst gekeken naar de Toxische Druk (TD). Dit is de somberekening van individuele stoffen in relatie tot hun ecotoxiciteit. De Toxische Druk is daarmee een uitdrukking van het geheel aan stoffen in relatie tot de risico's voor de ecologie.

De resultaten van de berekening van de toxische druk worden uitgedrukt in een percentage (zie tabel 4). Dat percentage geeft weer hoeveel procent van de soorten die in of op de bodem kunnen leven een negatief effect kunnen ervaren van de gemeten bodemconcentraties.

Tabel 4. Overzicht van gegevens gebruikt bij de bepaling van ecologische risico's in de Risicotoolbox

Zone	Resultaat msPAF (Toxische Druk) op basis van P95	Org. Stof % zone	Lutum % zone
Binnenstad P95 BG	70,5 %	2,5	4,0
Binnenstad P95 OG (0,5 -2,0 m-mv)	68,3 %	3,1	4,7
Binnenstad P95 OG (2,0-4,0 m-mv)	62,3 %	2,9	3,8
Binnenstad P95 OG (4,0-6,0 m-mv)	2,4 %	3,3	3,4

De TD is voor het centrum van 's-Hertogenbosch berekend op basis van P95 gehalten. De berekening van het bodemoppervlak waar deze gehalten van toepassing kunnen zijn is als volgt uitgevoerd: 5% van de gehalten is hoger dan de P95, dit percentage is vertaald naar een oppervlakte van maximaal 5% van het totale oppervlakte van het gebied. Vervolgens is aangenomen dat ongeveer 10% van het gebied niet is bebouwd of anderszins afgedekt, de kans op blootstelling aan veel soorten van bodemleven is in deze gebieden kleiner. Voor de berekeningen van de ecologische risico's is daarom gerekend met een oppervlakte van 6155 m².

Deze berekening van TD en oppervlakte vormt een 'worst-case' benadering.

De berekende TD en het oppervlakte waarin deze naar verwachting kan voorkomen zijn vergeleken met de waarden in de Risicotoolbox. In de Risicotoolbox wordt een bodemoppervlak van 500 m² en een overschrijding van TD van > 65% gehanteerd als

³ *Versie: 20090403rev1*

toetsingscriterium om vast te stellen of ingrijpen in de bodemkwaliteit wenselijk kan zijn uit oogpunt van ecologische risico's.

Op basis van de met de P95 berekende TD zien we dat in de binnenstad van 's-Hertogenbosch tot op een diepte van 2 m-mv de TD groter is dan 65%. Aangezien het berekende bodemoppervlak voor deze gehalten hoger is dan de toetswaarde in de Risicotoolbox wordt voor dit gebied een ecologisch risico berekend. Ook voor de bodemlaag van 2 – 4 m-mv wordt een ecologisch risico berekend. Dit komt omdat de TD weliswaar net onder 65% ligt, maar het geschat oppervlak is dusdanig hoog dat ook hier de toetswaarden worden overschreden.

2.5.4 Betrouwbaarheid bodemkwaliteitskaart

De Richtlijn bodemkwaliteitskaarten gaat uit van een minimaal aantal waarnemingen van 20 per stof, per zone en per dieptetraject. Dit aantal wordt gezien als voldoende om bij een homogene verdeling van meetwaarden een gemiddeld gehalte te berekenen dat representatief is voor de gehele zone. In zones met een heterogene verdeling van meetwaarden kan dit minimum aantal waarnemingen onvoldoende zijn om een representatief gemiddeld gehalte voor de zone uit te rekenen. In dit geval kan een gemeente ervoor kiezen een groter aantal waarnemingen te gebruiken om de betrouwbaarheid van de bodemkwaliteitskaart te verbeteren.

Voor alle stoffen in de bodemkwaliteitskaart van 's-Hertogenbosch wordt ruim voldaan aan het minimum van 20 waarnemingen. Naar verwachting zal de betrouwbaarheid van de kaart daarom goed zijn. Er zijn echter wel aanwijzingen dat het gehalte van bepaalde stoffen (met name enkele metalen in de binnenstad) sterk varieert. Het is belangrijk voor de betrouwbaarheid van de bodemkwaliteitskaart om aan te tonen dat bij sterke variatie van gehalten er geen kans is op grondverzet van ernstig verontreinigde grond. Hier kan de heterogeniteit ook voor worden gebruikt.

Er zijn in het Besluit bodemkwaliteit geen toetscriteria voorgeschreven voor de toegestane mate van heterogeniteit, laat staan voor de wijze van bepaling van de heterogeniteit in een zone. Om voor de bodemkwaliteitskaart van 's-Hertogenbosch wel een oordeel te kunnen geven over de representativiteit van de bodemkwaliteitskaart is enerzijds gebruikt gemaakt van de heterogeniteitsindex zoals opgenomen in het boekje "Grondverzet met bodemkwaliteitskaarten" (Deltares, 2008).

Heterogeniteit

In het boekje "Grondverzet met bodemkwaliteitskaarten" (Deltares, 2008) is een voorstel opgenomen voor bepaling van de mate van heterogeniteit van een dataset:

$$\text{Heterogeniteit (H)} = \frac{(P95 - P5)}{(\text{Industriewaarde} - \text{AW2000 waarde})}$$

Deze formule is in 's-Hertogenbosch toegepast per stof, per zone en per dieptetraject.

Op basis van deze formule wordt de volgende indeling gehanteerd:

- $H < 0,20$ = weinig heterogeen
- $0,20 < H < 0,50$ = beperkt heterogeen
- $0,50 < H < 0,70$ = heterogeen
- $H > 0,70$ = sterk heterogeen

De mate van heterogeniteit is per stof, per zone en per dieptetraject weergegeven in de tabellen van bijlage 1. Hieruit blijkt dat dit kengetal doorgaans niet hoger is dan 0,5. De meeste zones zijn weinig tot beperkt heterogeen van aard. In de binnenstad is de heterogeniteit van een aantal metalen sterk verhoogd binnen de stedelijke ophooglaag. Dit is waarschijnlijk gerelateerd aan de ontstaansgeschiedenis van deze laag.

2.6 Opstellen kaarten en grondstromenmatrix

Met de berekende kengetallen kunnen de kaarten voor de bodemkwaliteitskaart worden opgesteld. De kwaliteit van de vrijkomende grond wordt gebaseerd op de indeling in kwaliteitsklassen van de zones (ontgravingskaart). De toepassingseis van grond is een combinatie van deze kwaliteitsklassen en de bodemfunctieklassen (toepassingskaart). In onderstaande tabel zijn deze weergegeven.

Tabel 5. Overzicht van indeling in bodemkwaliteitsklassen, functieklassen en toepassingseis

Zone	Laag	Kwaliteit vrijkomende grond	Functieklasse	Toepassingseis
Wonen voor 1920 centrum	BG (0-0,5 m-mv)	Industrie	Industrie	Industrie
Wonen voor 1970	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde	Wonen	Achtergrondwaarde
Wonen 1970-1995	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde	Overig, Wonen, Industrie	Achtergrondwaarde
Wonen na 1995 buitengebied klei	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde	Overig, Wonen, Industrie	Achtergrondwaarde
Wonen na 1995 buitengebied zand	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde	Overig, Wonen	Achtergrondwaarde
Industrie voor 1975	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde	Overig, Wonen, Industrie	Achtergrondwaarde
Industrie na 1975	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde	Industrie	Achtergrondwaarde
Wonen voor 1920 centrum	OG(0,5-2 m-mv)	Industrie	Industrie	Industrie
Wonen voor 1970	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde	Wonen	Achtergrondwaarde
Wonen 1970-1995	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde	Overig, Wonen, Industrie	Achtergrondwaarde
Wonen na 1995 buitengebied klei	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde	Overig, Wonen, Industrie	Achtergrondwaarde
Wonen na 1995 buitengebied zand	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde	Overig, Wonen	Achtergrondwaarde
Industrie voor 1975	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde	Overig, Wonen, Industrie	Achtergrondwaarde
Industrie na 1975	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde	Industrie	Achtergrondwaarde
Wonen voor 1920 centrum	2-4 m-mv	Industrie	Industrie	Industrie
Wonen voor 1920 centrum	4-6 m-mv	Achtergrondwaarde	Industrie	Achtergrondwaarde

Uit de tabel blijkt dat de kwaliteit van de zone meestal doorslaggevend is voor de toepassingseis. Dit komt doordat in bijna alle zones de bodemkwaliteit voldoet aan de Achtergrondwaarde.

Op basis van deze kaarten kan een matrix worden opgesteld die weergeeft welke grondstromen zijn toegestaan – zonder aanvullend bodemonderzoek – tussen welke zones. Deze grondstromenmatrix is weergegeven op de volgende pagina

Tabel 6. Grondstromenmatrix

			TOEPASSINGSZONE	Bovengrond (0-0,5 m-mv)							Ondergrond (0,5-2,0 m-mv)							Ondergrond (2,0-4,0 m-mv)	Ondergrond (4,0-6,0 m-mv)	
				Zone	Wonen voor 1920 centrum	wonen voor 1970	Wonen 1970-1995	Wonen na 1995 buitengebied klei	Wonen na 1995 buitengebied zand	Industrie voor 1975	Industrie na 1975	Wonen voor 1920 centrum	wonen voor 1970	Wonen 1970-1995	Wonen na 1995 buitengebied klei	Wonen na 1995 buitengebied zand	Industrie voor 1975	Industrie na 1975	Wonen voor 1920 centrum	Wonen voor 1920 centrum
					Toepassingseis	I	AW	AW	AW	AW	AW	AW	I	AW	AW	AW	AW	AW	AW	I
ZONE VAN HERKOMST	Laag	Kwaliteit vrijkomende grond																		
Wonen voor 1920 centrum	BG (0-0,5 m-mv)	Industrie		ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	
wonen voor 1970	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
Wonen 1970-1995	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
Wonen na 1995 buitengebied klei	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
Wonen na 1995 buitengebied zand	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
Industrie voor 1975	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
Industrie na 1975	BG (0-0,5 m-mv)	Achtergrondwaarde		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
Wonen voor 1920 centrum	OG(0,5-2 m-mv)	Industrie		ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	
wonen voor 1970	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
Wonen 1970-1995	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
Wonen na 1995 buitengebied klei	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
Wonen na 1995 buitengebied zand	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
Industrie voor 1975	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
Industrie na 1975	OG (0,5-2 m-mv)	Achtergrondwaarde		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
Wonen voor 1920 centrum	OG (2-4 m-mv)	Industrie		ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja	nee	
Wonen voor 1920 centrum	OG (4-6 m-mv)	Achtergrondwaarde		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	

Ja = Grond mag worden toegepast op basis van de bodemkwaliteitskaart, mits is aangetoond dat op de locatie van herkomst en locatie van toepassing geen sprake is van lokale bodemverontreiniging.

Nee = Grond mag niet worden toegepast op basis van de bodemkwaliteitskaart. Grondverzet kan wel plaatsvinden op basis van andere bewijsmiddelen (bodemonderzoek, partijkeuring), mits is aangetoond dat op de locatie van herkomst en locatie van toepassing geen sprake is van lokale bodemverontreiniging.

3 TOTSTANDKOMING GRONDWATERKAARTEN

Naast inzicht in de bodemkwaliteit wil de gemeente 's-Hertogenbosch ook een indicatie van de lokale grondwaterkwaliteit. Hiervoor zijn een aantal technische stappen uitgevoerd:

- Verzamelen digitale gegevens van de gemeente.
- Indeling in bijzondere gebieden.
- Voorbewerken dataset.
- Opstellen kaarten.

3.1 Verzamelen digitale gegevens van de gemeente

De eerste stap is het verzamelen en ontsluiten van (digitale) gegevens. Deze zijn aangeleverd door de gemeente. De beschikbare data is gecontroleerd op relevantie, volledigheid, 'houdbaarheid' en geschiktheid voor gebruik in het GIS/BIS (Geografisch Informatie Systeem/Bodem Informatie Systeem). De volgende digitale bestanden zijn gebruikt:

- Bodemonderzoeksrapporten (datadump Squit Bodem d.d. 14 november 2011).
- Lijst met geschikte rapporten voor de grondwaterkwaliteitskaart (d.d. 7 dec. 2011)
- Contouren van bodemgebruikskaart, specifiek van gebieden met agrarische functie waar kans is op beregening van gewassen en/of drenking van vee met lokaal grondwater (CBS)
- Topografische ondergronden.
- Contouren van drinkwaterwingebieden
- Contouren van de wijkgrenzen binnen 's-Hertogenbosch
- Gemeentegrens.

3.2 Indeling in bijzondere gebieden

De gemeente wil onder andere weten of er in het gebruik van het grondwater risico's zijn. Daarom is gekeken naar gebieden waar sprake kan zijn van gebruik van (ondiep) grondwater (tot 5,0 m-mv). Als gevolg hiervan zijn twee type risicogebieden benoemd: agrarische gebieden waar sprake kan zijn van beregening van (consumptie)gewassen of van veedrenking, en drinkwaterwingebieden.

De contour van het drinkwaterwingebied (in het oosten van de gemeente) was reeds beschikbaar. De agrarische gebieden zijn in kaart gebracht met behulp van de bodemgebruikskaart⁴ van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). Hierop zijn alle gebruiksfuncties geselecteerd die vallen binnen de hoofdcategorie 'Agrarisch terrein'. Dit is inclusief de functie glastuinbouw, omdat het ook daar mogelijk kan zijn dat voor beregening van (consumptie)gewassen gebruikt gemaakt wordt van lokaal grondwater. De geselecteerde gebieden zijn in de kaarten gearceerd weergegeven.

⁴ Zie: <http://download.cbs.nl/geoviewer/index.html?config=config-bodemgebruik-2008.xml>

3.3 Voorbewerken dataset

Omdat er geen voorschriften zijn voor het maken van grondwaterkwaliteitskaarten is voor een deel dezelfde werkwijze gevolgd als bij de bodemkwaliteitskaart.

Voor het berekenen van de statistische kenmerken zijn representatieve waarnemingen uit de dataset geselecteerd op basis van de volgende criteria:

- Er is geen geval van bodemverontreiniging aanwezig op de locatie waarop de waarneming is genomen (hiertoe heeft de gemeente een lijst van geschikte rapporten aangeleverd).
- Alle beschikbare gegevens vanaf 1 januari 1991 zijn gebruikt
- Correctie voor waarnemingen beneden de detectielimiet ($0,7 * \text{detectielimiet}$). Het verwijderen van gehalten beneden de detectielimiet heeft tot gevolg dat waardevolle gegevens zouden worden verwijderd. Om die reden worden deze gehalten vervangen door een waarde gelijk aan 70% van de detectielimiet, wat gebruikelijk is voor log-normale en 'scheve' verdelingen (TNO-MEP, 1998). Het gebruik van vervangingswaarden maakt het mogelijk met waarnemingen beneden de detectielimiet berekeningen uit te voeren.
- Uitbijters (extreme waarden) zijn niet verwijderd.
- Indien er meerdere waarnemingen op hetzelfde coördinaat beschikbaar zijn is uitgegaan van het hoogste gemeten gehalte ('worst-case' benadering).
- Alleen ondiepe grondwatermonsters zijn geselecteerd. Op basis van begin- en einddiepten van de monsters zijn gemiddelde diepten berekend. Aan de hand van de gemiddelde diepte is bepaald aan welk dieptetraject de waarneming kan worden toegekend. Alleen waarnemingen met een gemiddelde diepte tussen 0 en 5,0 m-mv zijn gebruikt.
- Alleen stoffen met minimaal 20 waarnemingen zijn gebruikt

3.4 Opstellen kaarten

De geselecteerde gegevens zijn per stof getoetst aan de streef-, tussen- en interventiewaarde. De gehalten zijn op een kaart weergegeven. Hierbij is met een extrapolatietechniek het tussenliggende gebied ingekleurd. De extrapolatietechniek neemt telkens een willekeurig punt binnen de gemeente en berekent een gehalte op basis van de beschikbare meetgegevens die in de buurt van het punt voorkomen. De resulterende kaarten zijn in bijlage 2 opgenomen.

De gegevens over risicogrenswaarden voor agrarisch gebruik, drinkwater en de mens zijn in de kaart als een tabel weergegeven. Deze zijn overgenomen uit Saneringsplan Heer en Beekstraat en rapport 'Omgaan met regionaal verhoogde concentraties van zware metalen in het grondwater in Noord-Brabant' (Platform bodembeheer Brabant, 2011). Op deze wijze kan met de kaart worden nagegaan in welke gebieden mogelijk sprake is van overschrijding van deze risicogrenswaarde en of hier ook een gevoelige functie aanwezig is.

3.5 Resultaat

Er zijn kaarten geproduceerd voor 23 stoffen. Tevens is een aantal statistische kengetallen berekend voor deze 23 stoffen. De volgende kengetallen zijn berekend: P5, P25, P50, P75, P80, P90, P95, P98, Maximale meetwaarde, Standaard deviatie, Gemiddelde gehalte. De kaarten en kengetallen zijn opgenomen in bijlage 2.

De kaarten zijn beoordeeld op basis van de afgeleide overschrijding van de toetswaarden (S,T,I) en/of de risicogrenswaarden (drinkwater, vee-drenking en beregening) in combinatie met de ligging van deze (afgeleide) overschrijdingen ten opzichte van de kwetsbare gebieden. Op deze manier is bepaald welke stoffen in het ondiepe grondwater mogelijk een risico kunnen vormen voor het genoemde gebruik.

Voor de metalen zijn er mogelijke risico's voor:

- arseen (beregening),
- cadmium (drinkwater),
- lood (drinkwater én beregening),
- nikkel (drinkwater en vee-drenking),
- zink (beregening).

Voor organische stoffen is geen overlap gevonden van overschrijding van grenswaarden binnen kwetsbare gebieden.

De metalen, die een mogelijk risico zijn, zijn allen benoemd in het rapport 'Omgaan met regionaal verhoogde concentraties van zware metalen in het grondwater in Noord-Brabant'⁵ als stoffen die binnen provincie Noord-Brabant als diffuse verontreiniging kunnen voorkomen in het grondwater. Deze verhoogde gehalten worden vooral aangetroffen in het grondwater van de Brabantse dekzanden en zijn deels natuurlijk in oorsprong en deels het gevolg van menselijk handelen. In paragraaf 4.1 van het genoemde rapport is een stappenschema opgenomen waarmee kan worden beoordeeld of een bodemonderzoeksresultaat aanleiding geeft tot het nader uitzoeken van de locatie en/of het vaststellen van gebruiksbepalingen voor het grondwater op de locatie.

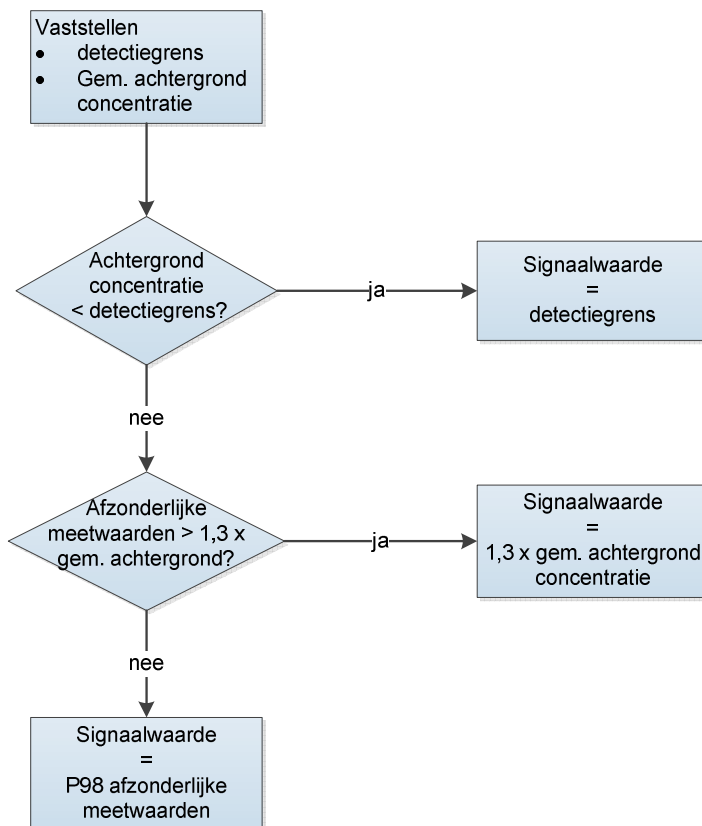
Bij de interpretatie van de kaarten moet enige voorzichtigheid worden betracht. De kaarten zijn gebaseerd op een 'worst-case' aanpak, geven een statisch beeld van een dynamisch systeem en de inkleuring kan variëren afhankelijk van de gekozen extrapolatietechniek. Ons advies is om de kaart alleen als referentie te gebruiken en er geen beleidsbeslissingen op te baseren, zonder aanvullend onderzoek.

3.6 Signaalwaarden

Op basis van de grondwatergegevens wil de gemeente signaalwaarden kunnen vaststellen, waarmee kan worden beoordeeld of gemeten grondwaterconcentraties uit bodemonderzoek aansluiten bij de natuurlijke achtergrondkwaliteit van het grondwater binnen de gemeente. Hiervoor is de aanpak zoals beschreven in de Nederlandse Richtlijn monitoring bodemkwaliteit gevolgd (Infomil, juli 1998, Paragraaf 6.3.2). Deze werkwijze is weergegeven in het stroomschema in figuur 1.

⁵ *Werkgroep Zware metalen, Platform bodembeheer Brabant, 1 november 2011*

Figuur 1. Werkwijze bepaling signaalwaarden



Bij de bepaling welke signaalwaarde kan worden gebruikt is gekeken naar twee waarden. In eerste instantie is bepaald of gebruik gemaakt kan worden van de signaalwaarde “1,3 x achtergrondconcentratie”. Hiervoor is gecontroleerd of de maximaal gemeten waarde niet meer dan 30% groter is dan het berekend gemiddelde per stof. In de gebruikte meetwaarden is dit voor geen enkele stof het geval. Doorgaans is zo'n 20% van de waarnemingen hoger dan “1,3 x achtergrondconcentratie”. De maximale waarden zijn voor de meeste stoffen 2-10x hoger dan het berekend gemiddelde gehalte. Deze signaalwaarde is daarom niet bruikbaar: de gehalten variëren te veel per stof. Bij gebruik van deze waarde zou te snel een signaal worden afgegeven.

Bij wat sterker fluctuerende waarnemingen wordt door de richtlijn aanbevolen gebruik te maken van P98 als signaalwaarde. Deze werkwijze is door de gemeente overgenomen. De P98 waarden zijn opgenomen in bijlage 2. De P98 is voor één stof (tri) hoger dan de risicowaarden voor berekening van gewassen en vee-drenking. Voor een beperkt aantal stoffen is de P98 hoger dan de grenswaarde voor humaan risico. In deze gevallen betekent het dat wanneer het gemeten gehalte voldoet aan de signaalwaarde er mogelijk wel risico kan zijn. Aangezien het om gehalten in het ondiep grondwater gaat en drinkwater en water voor berekening en vee-drenking doorgaans uit diepere watervoerende lagen wordt gewonnen, wordt het werkelijke risico klein geacht.

=0=0=0=

Bijlage 1 Bodemkwaliteitskaart

Index:

- Homogene deelgebieden
- Bodemfunctieklassenkaart
- Ontgravingskaart
- Toepassingskaart
- Berekende kengetallen
 - Bovengrond (0 - 0,5 m-mv)
 - Ondergrond (0,5 – 2,0 m-mv)
 - Binnenstad Ondergrond 1 (2,0 – 4,0 m-mv)
 - Binnenstad Ondergrond 2 (4,0 – 6, 0 m-mv)
- Rapportages RisicotoolboxBodem