

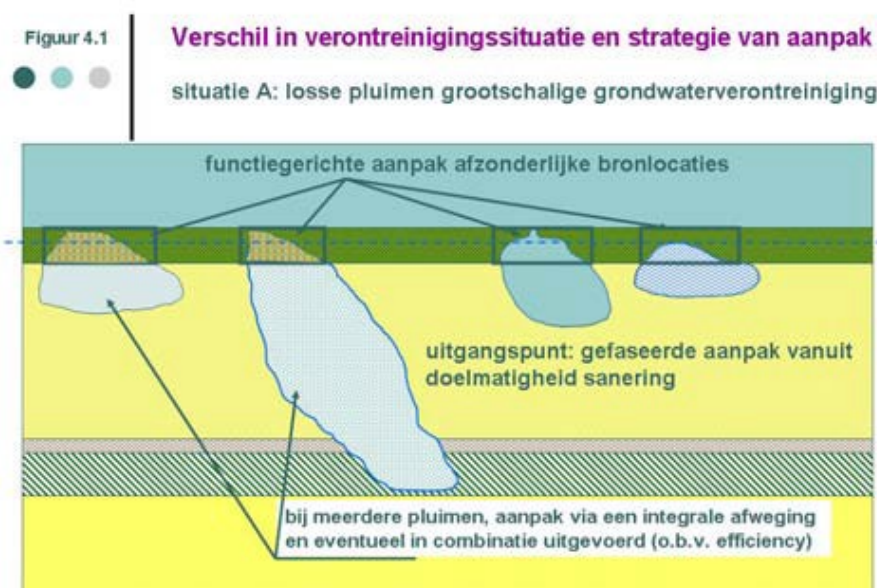
FACTSHEET AANPAK GRONDWATERVERONTREINIGING

OMSCHRIJVING ACTIVITEIT

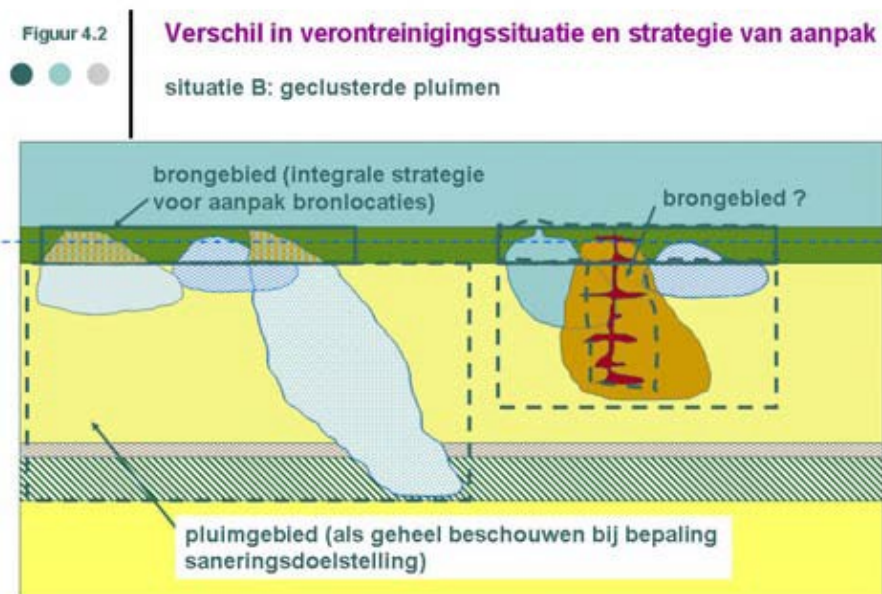
Nederland kent een groot aantal locaties met historische bodem- en grondwaterverontreiniging. Deze locaties bevinden zich meestal in stedelijke gebieden, bij militaire terreinen en in industriegebieden. De technische aanpak van een grondwaterverontreiniging kan op verschillende manieren plaatsvinden:

- 'Pump en treat': Het oppompen en behandelen van verontreinigd grondwater. Het behandelde water wordt veelal op het riool of op het oppervlaktewater geloosd.
- In-situ sanering: Het verwijderen van de verontreiniging in de bodem ter plaatse. Door het injecteren van voedingsstoffen kan de natuurlijke afbraak worden gestimuleerd. Door het injecteren van bepaalde chemicaliën kan de verontreiniging worden afgebroken door oxidatie of reductie.
- Isoleren beheren en controleren (IBC): Het toepassen van een combinatie van maatregelen die ervoor zorgt dat er een veilige situatie is.
- Monitoren: Het volgen van de verontreiniging en de voortgang van de sanering. Het monitoringsplan is vaak onderdeel van een sanering.

De mogelijkheden voor aanpak van een grondwaterverontreiniging zijn vastgelegd in de wet Bodembescherming (WBb). Deze wet is sinds 1987 van kracht. Verontreinigingen ontstaan voor 1987, historische verontreinigingen, kunnen op dit moment op twee niveaus worden aangepakt. Enerzijds is dit op individueel niveau (Figuur 1), uitgaande van een geval van ernstige verontreiniging, en anderzijds op clusterniveau waarbij meerdere gevallen van ernstige verontreiniging gelijktijdig worden gesaneerd (Figuur 2). Op korte termijn zal aan de WBb de gebiedsgerichte aanpak worden toegevoegd. Bij de gebiedsgerichte aanpak van verontreinigd grondwater (Figuur 4) zijn de individuele gevallen van verontreiniging niet meer het vertrekpunt maar het grondwater in het betreffende gebied. Er ontstaat een doelmatige aanpak als gevolg waarvan ruimtelijke ontwikkeling met gebruik van de ondergrond wordt gefaciliteerd (website Infomil).



Figuur 1: Verontreinigingssituatie waarop een gevalsanpak van toepassing is (van der Gun, 2010).



Figuur 2: Verontreinigingssituatie waarop een clusteraanpak van toepassing is (van der Gun, 2010).

In de Circulaire Bodemsanering (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012) staat de uitwerking van het saneringscriterium centraal. Het saneringscriterium dient er toe om vast te stellen of de sanering van een geval van ernstige verontreiniging met spoed moet worden aangepakt. Wanneer sprake is van spoed, is het nemen van maatregelen verplicht. Wanneer sanering niet met spoed hoeft plaats te vinden kan voor de aanpak van de verontreiniging worden aangesloten bij maatschappelijk gewenste ontwikkelingen (website rwsleefomgevinga).

In 2009 is het convenant bodemontwikkelingsbeleid en aanpak spoedlocaties getekend (website rwsleefomgevingb). In dit convenant is specifieke aandacht voor de versnelde aanpak van spoedlocaties, reguleringskader ondergrond en gebiedsgerichte aanpak van grootschalige grondwaterverontreiniging. Een belangrijke afspraak uit dit convenant is dat spoedlocaties met humane risico's in 2015 moeten zijn gesaneerd of de risico's beheerst.

Vanaf 2000 is ook de Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht. Een van de doelstellingen hiervan is het beperken of voorkomen van de inbreng van verontreinigende stoffen in het grondwater. De Grondwaterrichtlijn (GWR), die van kracht is geworden in 2006, bevat een verdere uitwerking van de grondwaterdoelen van de KRW. Om te voorkomen dat iedere grondwaterverontreiniging gesaneerd moet worden kan onder specifieke voorwaarden een beroep worden gedaan op de uitzonderingsbepalingen uit de GWR.

EIGENSCHAPPEN: RUIMTELIJKE EN TEMPORELE IMPACT

De omvang van een grondwaterverontreiniging kan in grote mate variëren (Tabel 1). Als de omvang van een grondwaterverontreiniging groter is dan 100 m³ grondwater is sprake van een ernstige verontreiniging. In het geval dat de grondwaterverontreiniging groter is dan 6000 m³ of de verspreiding groter is dan 1000 m³ per jaar, dan is er sprake van een spoedlocatie. In het stedelijk gebied is vaak geen onderscheid meer te maken tussen individuele verontreinigingspluimen en is sprake van een verontreinigd gebied van meerdere vierkante kilometers.

De verticale verspreiding van een grondwaterverontreiniging is afhankelijk van de geohydrologische eigenschappen van een gebied en van de vorm waarin de verontreiniging is ontstaan. Met name als sprake is van een lekkage van zogenaamde puur product van een stof met een dichtheid groter dan water (DNAPL's genoemd)

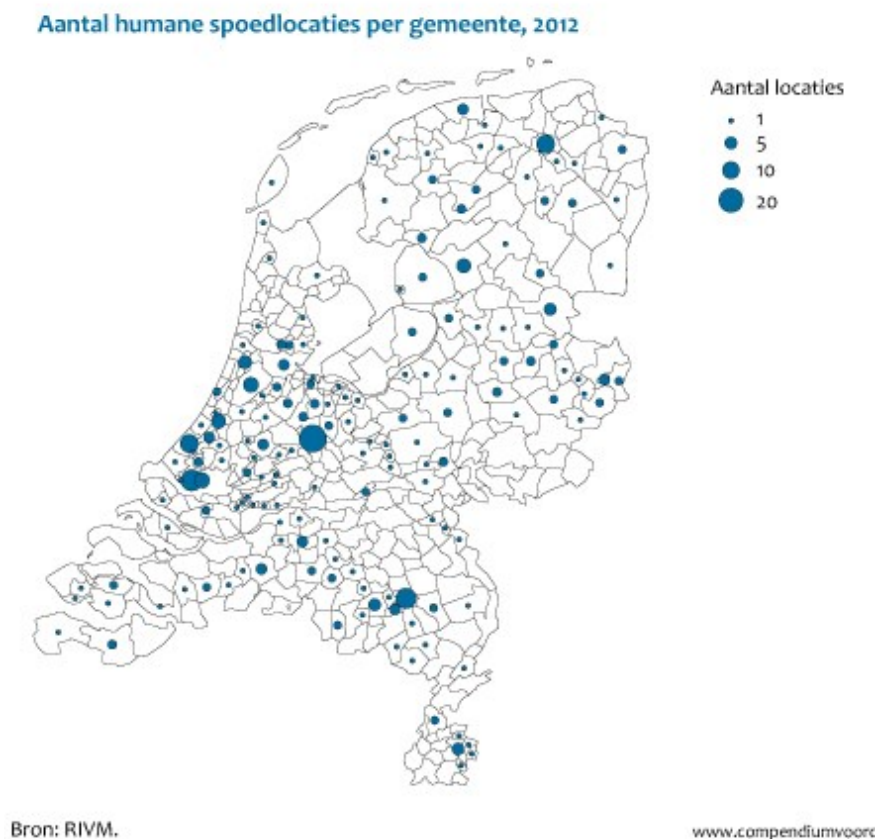
kan een verontreiniging een grote diepte bereiken in de vorm van zaklagen en residuele verontreiniging. Vanuit de bronzone van zo'n verontreiniging kan dan door oplossing een diepe pluim van opgeloste stof ontstaan. Bronzones kunnen zowel ondiep zijn met een pluim die steeds dieper wegzakt, of diep met een pluim op minimaal dezelfde diepte.

De duur van een sanering kan ook variëren. In het geval van een in-situ sanering of pump en treat zal de duur van een sanering in de meeste gevallen variëren van enkele jaren tot niet langer dan 50 jaar. IBC sanering kan echter vele malen langer duren, tot 1500 jaar. De hersteltijd varieert daarmee ook van minder dan een jaar tot oneindig, afhankelijk van de gekozen aanpak.

Tabel 1 ruimtelijke en temporele impact van de activiteit

Ruimtegebruik verticaal (m)	0-5 m	5-20	20-50	50-100	100-250	>250
Ruimtegebruik horizontaal (km ²)	<1	1-5	5-50	50-500	500-1000	>10.000
Tijdsduur activiteit	0-5	5-15	15-50	50-150	150-1500	>1500
Tijdsduur herstel	0-5	5-15	15-50	50-150	150-1500	>1500
Aspecten	chemisch		fysisch		biologisch	

In figuur 3 zijn de spoedlocaties weergegeven met betrekking tot grondwater.



Figuur 3: Ligging spoedlocaties grondwater:

ECOSYSTEEDIENSTEN DIE GEBRUIKT WORDEN

De activiteit aanpak grondwaterverontreiniging maakt gebruik van 3 ecosysteemdiensten van de ondergrond (Tabel 2):

- 3 Reinigend vermogen van de ondergrond
- 6 Biochemische cycli
- 8 Voorzien in watervoerendheid en waterkwaliteit oppervlaktewater

Tabel 2: Relatie tussen de activiteit en de 11 onderscheiden ecosysteemdiensten van de ondergrond. Kolom A: maakt de activiteit gebruik van de ESD; J(a) of N(ee). Beïnvloedt de activiteit de ESD negatief (-), positief (+) of niet wezenlijk (o).

Aanpak grondwaterverontreiniging		
ESD	gebruik	beïnvloeding
1 - Beschikbaarheid van voldoende water met bepaalde kwaliteit	N	+/-
2 - Energie	N	o
3 - Reinigend vermogen van de ondergrond	J	-
4 - Draagvermogen van de ondergrond	N	o
5 - Bergingscapaciteit	N	-
6 - Biochemische cycli	J	o
7 - Temperatuursregulatie	N	o
8 - Voorzien watervoerendheid en kwaliteit oppervlaktewater	J	o
9 - Voeding van grondwaterafhankelijke natuur	N	+/-
10 - Cultuurhistorische waarden	N	o
11 - Biodiversiteit	N	o

Ad. 3 Reinigend vermogen van de ondergrond: Bij in-situ saneringen wordt gebruik gemaakt van de reactiecapaciteit van de ondergrond. De reactiecapaciteit van de ondergrond wordt onder andere bepaald door de aanwezigheid van organisch stof. Door de ondergrond te beluchten of bepaalde voedingsstoffen te injecteren worden de biologische en chemische processen gestimuleerd die de verontreiniging deels of volledig kunnen afbreken.

Ad 6. Biochemische cycli: Bij in-situ saneringen wordt gebruik gemaakt van de biogeochemische processen van de ondergrond. De afbraak van verontreinigende stoffen vindt vaak plaats onder bepaalde omstandigheden, zoals oxidisch (aromaten) of juist anoxisch (gechloreerde koolwaterstoffen). De biogeochemische cycli van de ondergrond bepalen de redoxtoestand en zuurgraad van het grondwater op een bepaalde diepte, en daarmee ook de afbraakmogelijkheden voor specifieke stoffen.

Ad 8. Voorzien watervoerendheid en kwaliteit oppervlaktewater: Grondwateronttrekking ten behoeve van verwijdering van een verontreiniging resulteert in een grondwaterstandsval, waardoor toestroming van grondwater vanuit de omgeving tot stand wordt gebracht. Nadat het grondwater is onttrokken, vindt gewoonlijk lozing plaats. In een aantal gevallen schrijven de omstandigheden voor dat onttrokken water na zuivering dient te worden geherinfiltreerd.

EISEN VAN DE ACTIVITEIT AAN KWALITEIT EN KWANTITEIT VAN DE FYSIEKE OMGEVING

In het geval van in-situ saneringen moeten de biogeochemische omstandigheden van de ondergrond geschikt zijn voor de gebruikte techniek. Afbraak van aromaten kan bijvoorbeeld plaatsvinden onder oxidische omstandigheden. Afbraak van gechloreerde koolwaterstoffen vindt daarentegen juist plaats onder anoxische omstandigheden. De aanwezigheid van de juiste bacteriën en een koolstofbron is ook een voorwaarde voor afbraak.

Bij stimulering van biologische of chemische processen in de ondergrond worden vaak stoffen in de ondergrond geïnjecteerd. Hiervoor is het van belang dat de ondergrond goed doorlatend is. Een slecht doorlatende ondergrond werkt vaak belemmerend bij de sanering.

IMPACT VAN DE ACTIVITEIT OP ECOSYSTEEDIENSTEN VAN ONDERGROND EN GRONDWATER; POSITIEF EN NEGATIEF

De activiteit aanpak grondwaterverontreiniging heeft een positieve invloed op de volgende 2 ecosysteemdiensten:

- 1 Beschikbaarheid van voldoende water met bepaalde kwaliteit
- 9 Voeding van grondwaterafhankelijke natuur en aquatische ecosystemen

en een negatieve invloed op de volgende 4 ecosysteemdiensten:

- 1 Beschikbaarheid van voldoende water met bepaalde kwaliteit
- 3 Reinigend vermogen van de ondergrond
- 5 Bergingscapaciteit
- 9 Voeding van grondwaterafhankelijke natuur en aquatische ecosystemen

Ad 1. Beschikbaarheid van voldoende water met bepaalde kwaliteit: Door een grondwaterverontreiniging te saneren wordt de beschikbaarheid van voldoende water met bepaalde kwaliteit groter. Afhankelijk van het niveau tot waar is teruggesaneerd, kan worden bepaald voor welke functie het grondwater na sanering geschikt is. Als een sanering bestaat uit uitsluitend beheren of monitoren van een verontreinigd gebied wordt de beschikbaarheid van voldoende water met bepaalde kwaliteit niet verbeterd. Het verontreinigde grondwater blijft dan ongeschikt voor veel functies. Ook indien netto meer wordt onttrokken dan geïnfiltreerd wordt de beschikbaarheid van water verminderd.

Ad 9. Voeding van grondwaterafhankelijke natuur: Door een grondwaterverontreiniging te saneren worden grondwaterafhankelijke natuur en aquatische ecosystemen minder belast met verontreinigende stoffen. Voor de implementatie van de KRW wordt op dit moment in beeld gebracht welke kwetsbare objecten, waaronder natuurgebieden, beïnvloed worden door grondwaterverontreiniging (3B Bureau Bodem en Milieubeleid, 2013). Als een sanering bestaat uit uitsluitend beheren van een gebied dan worden grondwaterafhankelijke natuur en aquatische ecosystemen nog steeds belast met verontreinigende stoffen.

Ad 3. Reinigend vermogen van de ondergrond: Door de aanwezigheid van een grondwaterverontreiniging wordt ook het reinigend vermogen van de ondergrond negatief beïnvloed. Bij de afbraak van bijvoorbeeld gechloreerde koolwaterstoffen onder reducerende omstandigheden wordt het organische stof dat van nature aanwezig is opgebruikt. Hierdoor wordt de reactiecapaciteit van de ondergrond uitgeput. Dat geldt ook bijvoorbeeld bij saneringen die gebruik maken van technieken zoals chemische oxidatie en/of persluchtinjectie.

Ad 5. Bergingscapaciteit: De aanwezigheid van een grondwaterverontreiniging belemmert de bergingscapaciteit van de ondergrond. In het verontreinigde gebied kunnen immers geen andere stoffen geborgen worden.

AFWEGINGEN TEN OPZICHTE VAN ANDERE ACTIVITEITEN DIE GRONDWATER EN DE ONDERGROND BENUTTEN

Afwegingen voor deze activiteit zijn met name nodig voor:

Onttrekkingen ten behoeve van drinkwater en irrigatie en reservering voor strategische grondwatervoorraden: Grondwater dat is verontreinigd kan in principe niet meer zonder zuivering worden gebruikt voor onttrekkingen tbv bijvoorbeeld drinkwater en irrigatie. Het beheren van een verontreiniging leidt ertoe dat de verontreiniging zich ten minste niet verspreid naar een grondwaterbeschermingsgebied. Door een sanering kunnen echter de concentraties van verontreinigende stoffen zodanig worden verlaagd dat het grondwater wel weer geschikt is voor

bovengenoemde functies. Er zijn diverse gevallen bekend waar drinkwaterwingebieden zijn beschermd met speciale interceptieputten die de verontreiniging afvangen en behandelen om de overige winputten te beschermen (zie bijv. Broers & van Duffelen

Opslag van regenwater en kunstmatige infiltratie van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening verhouden zich ook niet met de aanpak van saneringslocaties, bijvoorbeeld omdat ze de efficiëntie van een sanering negatief beïnvloeden en voor verdere verspreiding van de pluim kunnen zorgen.

WKO: De belangen van een grondwatersanering kunnen conflicteren met de belangen van een WKO. Saneringsmaatregelen zijn gericht op het kosteneffectief verwijderen van verontreinigende stoffen. Bij de aanleg van een WKO gaat het om de levering van voldoende en betaalbare warme en koude. Een combinatie van beide technieken is echter vaak ook mogelijk. Zo kan onder de juiste geohydrologische condities een grondwaterverontreiniging worden beheerd door onttrekking van grondwater tbv een WKO. Bovendien kan het water dat wordt opgepompt voor de WKO bovengronds worden gezuiverd en opnieuw worden geïnfiltrerd. In het algemeen zorgen WKO installaties voor een grotere dynamiek (menging van de verontreiniging) in het gebied waardoor de omstandigheden voor natuurlijke afbraak gunstiger worden. Deze menging kan echter ook leiden tot verontreiniging van schone grond wat in principe in Nederland niet is toegestaan. Bij de herontwikkeling van het stationsgebied in Utrecht wordt gebruik gemaakt van de zogenoemde biowasmachine. WKO wordt in dit gebied geëxperimenteerd met sanering van het verontreinigde grondwater (website Gemeente Utrecht).

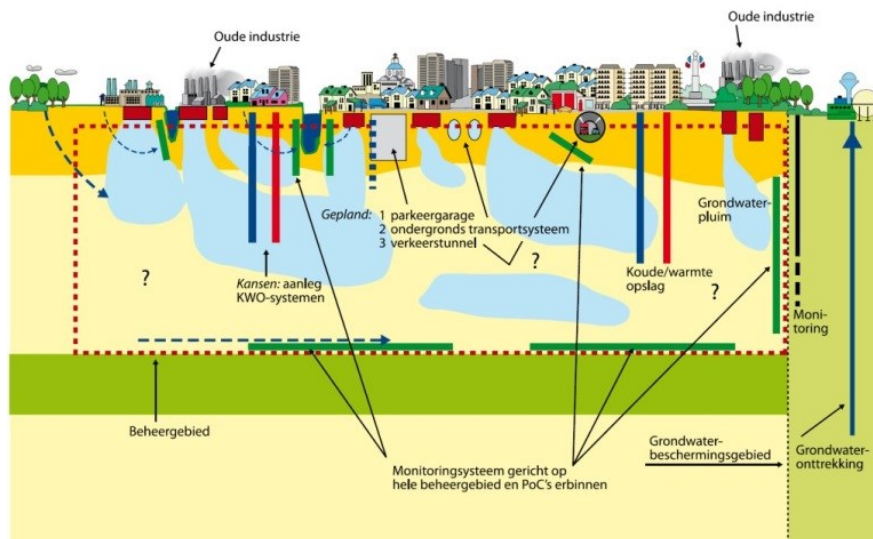
Ondergrondse infrastructuur: Voor in-situ saneringen, onttrekkingen en monitoring moeten er buizen in de ondergrond geplaatst worden. Dit is alleen mogelijk als dit niet in conflict is met de bestaande ondergrondse infrastructuur.

Peilbeheer: Het onttrekken van grondwater tbv saneren kan leiden tot een grondwaterstandsval. Dit is alleen mogelijk als het niet in conflict is met het gewenste peilbeheer ter plaatse.

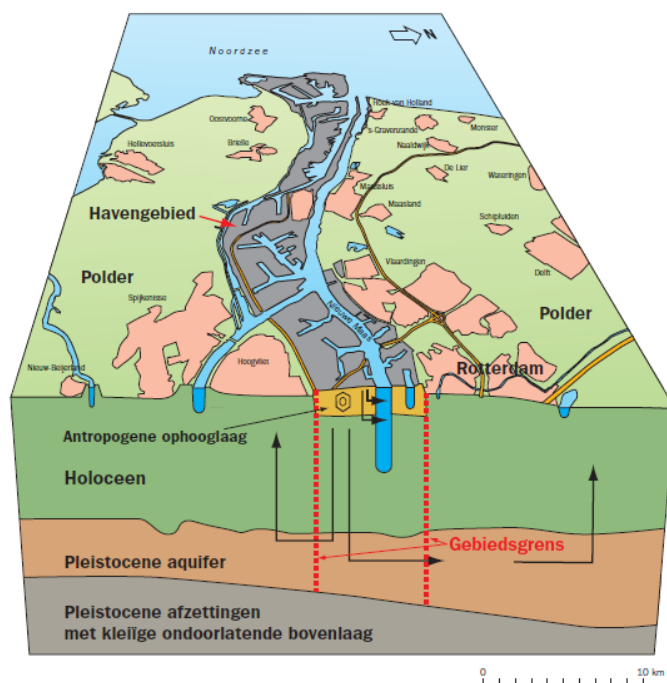
TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN DIE AFWEGINGEN NOODZAKELIJK KUNNEN MAKEN

In het stedelijk gebied is vaak geen onderscheid meer te maken tussen individuele verontreinigingspluimen en is sprake van een verontreinigd gebied (Figuur 3). Voor deze situaties wordt op korte termijn de gebiedsgerichte aanpak aan de WBb toegevoegd. Bij dit zogenaamde gebiedsgericht beheer wordt niet naar individuele gevallen gekeken, maar ligt de nadruk op het voorkomen van verspreiding naar kwetsbare objecten, zoals waterwinningen aan de grenzen van het gebied. Binnen het afgebakende gebied wordt menging en verspreiding van de verontreiniging toegestaan. Hierdoor ontstaan er ook meer mogelijkheden om grondwatersanering en WKO te combineren.

Een voorbeeld van gebiedsgericht beheer vormt het Rotterdamse havengebied, waar de bodem en het grondwater door langdurige en grootschalige industriële activiteiten verontreinigd zijn geraakt. De verontreinigingssituatie is omvangrijk, complex en vormt meestal een locatie overschrijdend probleem. Met behulp van een model is voor het havengebied een risicoanalyse uitgevoerd om inzicht te krijgen in mogelijke toekomstige verspreiding buiten het havengebied, waarbij begrenzingen zijn opgesteld waarbinnen de verontreiniging dient te blijven. Door het monitoringsnetwerk te richten op deze begrenzingen en de maatregelen op die gebiedsgrenzen in te richten, wordt er veel geld bespaard (Figuur 5).



Figuur 4: Conceptueel model voor de gebiedsgerichte aanpak van verontreinigd grondwater (SKB cahier Verontreinigd grondwater, 2008)



Figuur 5: Conceptueel model van de aanpak in het Rotterdamse havengebied. Gebiedsgrenzen en specifieke monitoringlocaties aangegeven in rood. Afstroming naar de Maas wordt specifiek gemonitord (bron: Deltares)

REGIONALE VERSCHILLEN OVER NEDERLAND

De historische pluimen zijn veelal veroorzaakt door voormalige industrie, zoals metaalverwerkingsbedrijven, gasfabrieken en chemische wasserijen. Deze bedrijven waren gelegen in de oude binnensteden. De historische pluimen zijn dan ook in de meeste gevallen gelegen in het stedelijk gebied.

Vooral in het westen van Nederland komen minder goed doorlatende lagen voor, waardoor verontreinigingen niet weg kunnen zakken tot grote diepte. In het oosten en zuiden van Nederland bestaat de ondergrond daarentegen

uit zandige pakketten. In deze goed doorlatende pakketten kunnen verontreinigingen tot grote diepte verspreiden. Met name DNAPL verontreinigingen van trichlooertheen, perchlooretheen en creosoot zijn in de zandgebieden tot grote diepte weggezakt en leveren problemen voor bijvoorbeeld de drinkwatervoorziening.

BESCHIKBARE GEGEVENS EN KENNIS

Op de website van Compendium voor de Leefomgeving (website Compendium voor de leefomgeving) is informatie te vinden over de voortgang van de bodemsaneringsoperatie in Nederland.

De Richtlijn herstel en beheer (water)bodemkwaliteit (website Bodemrichtlijn) ontsluit relevante informatie op het gebied van bodem- en waterbodembeheer. Bij bodem- en waterbodembeheer gaat het om maatregelen en voorzieningen gericht op het herstellen, behouden en versterken van de functionele (water)bodemkwaliteit.

De handleiding Boeg Bodemenergie en grondwaterverontreiniging (website AgentschapNL) geeft informatie over het combineren van grondwatersanering en WKO. De handreiking gebiedsgericht grondwaterbeheer (van der Gun, 2010) gaat in op de gebiedsgerichte aanpak van grondwaterverontreiniging.

REFERENTIES NAAR WEBSITES, RAPPORTEN

Broers, H.P & van Duffelen, E.A. (1998) .De Tri verontreiniging bij Hilversum: een kwestie van DNAPL's. Stromingen (4), nr.2, p.41-54.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2012) Circulaire Bodemsanering 2009, Staatscourant 2012, nr. 6563
SKB cahier Verontreinigd grondwater (2008)

Van der Gun, J (2010) Handreiking gebiedsgericht grondwaterbeheer

J. Valstar, E. van Nieuwkerk, A. Marsman & W. van Hattem, Gebiedsgericht grondwaterbeheer voor de haven van Rotterdam, H2O, 42(2009)6, 30-32.

Websites:

Infomil: <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/handboek-water/wetgeving/wet-bodembescherming>

Rwsleefomgevinga: <http://www.rwsleefomgeving.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/bodemsanering/wet-regelgeving/wet-bodembescherming/circulaire/>

Rwsleefomgevingb: <http://www.rwsleefomgeving.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/bodemconvenant/>

Gemeente Utrecht: <http://www.utrecht.nl/smartsite.dws?id=236064>

Compendium voor de leefomgeving: <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0258-Inventarisatie-van-aantal-locaties-met-bodemverontreiniging.html?i=3-13>

Bodemrichtlijn: www.bodemrichtlijn.nl

AgentschapNL:

http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/sn_bijlagen/handleiding_boeg-24-333638.pdf

Deze factsheet is onderdeel van het rapport: Broers, H.P., en Lijzen, J.P.A. 2014. Afwegingen bij het gebruik van grondwater en de ondergrond. Een verkenning op basis van ecosysteemdiensten. Deltares (Utrecht) en RIVM (Bilthoven). Deltares-rapportnummer 1207762-016, RIVM-rapportnummer 607710003/2014.