

HANDLEIDING BOEG
BODEMENERGIE EN GRONDWATERVERONTREINIGING
HET IJS GEBROKEN



6 april 2010
074529688:0.1

NEDERLANDSE VERENIGING VAN
ONDERGRONDSE ENERGIEOPSLAGSYSTEMEN

Rachelle Verburg
Hans Slenders
Nanne Hoekstra
Eric van Nieuwkerk
Reinier Guijt
Bart van der Mark
Jan Mimpfen



Ministerie van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en
Milieubeheer



Agentschap NL
Ministerie van Economische Zaken



Rijksgebouwendienst
Ministerie van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

Inhoud

| | |
|--|-----------|
| Samenvatting | 5 |
| 1 Van knelpunt naar kans: WKO en bodemverontreiniging | 6 |
| 1.1 Achtergrond | 7 |
| 1.2 Doelstelling BOEG | 9 |
| 1.3 Doelgroep | 9 |
| 1.4 Afbakening BOEG | 10 |
| 2 Wat handig is om te weten van... | 11 |
| 2.1 Bodemenergie | 11 |
| 2.1.1 Energie uit het grondwater | 11 |
| 2.1.2 Typen bodemenergie systemen | 12 |
| 2.1.3 Gesloten systemen | 13 |
| 2.1.4 Open systemen | 14 |
| 2.1.5 Noodzaak goed vooronderzoek | 16 |
| 2.2 Bodemverontreiniging | 17 |
| 2.2.1 Voorkomen van verontreinigingen | 17 |
| 2.2.2 Verontreinigingstypen | 18 |
| 2.2.3 Het gedrag van bodemverontreinigingen | 19 |
| 2.2.4 Bodemsanering | 21 |
| 2.2.5 Bodemverontreinigingen en WKO | 22 |
| 3 Beleid en gebiedsgerichte aanpak | 24 |
| 3.1 Bodemsaneringsbeleid | 24 |
| 3.1.1 Huidig beleid | 24 |
| 3.1.2 Nieuwe beleidsontwikkelingen | 25 |
| 3.1.3 Juridisch kader | 26 |
| 3.2 WKO-beleid | 27 |
| 3.2.1 Huidig beleid | 27 |
| 3.2.2 Nieuwe beleidsontwikkelingen | 27 |
| 3.2.3 Juridisch kader | 28 |
| 3.3 Beleid ten aanzien van de combinatie WKO en sanering | 29 |
| 3.3.1 Nieuwe beleidsontwikkelingen | 29 |
| 3.3.2 Juridisch kader | 29 |
| 3.3.3 Behoeftte aan regie in de ondergrond | 30 |
| 4 Stapsgewijs naar WKO in verontreiniging | 31 |
| 4.1 Waarom een gefaseerd proces? | 31 |
| 4.2 Het doel van de afzonderlijke fasen | 31 |
| 5 Fase 0: Inventarisatiefase | 34 |
| 5.1 Inventarisatie data | 34 |
| 5.1.1 Verontreiniging | 34 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 5.1.2 | Status beschikkingen Wbb | 36 |
| 5.2 | Is de verontreiniging ernstig en mobiel? | 36 |
| 5.3 | Inventarisatie partijen | 37 |
| 6 | Fase 1: Overleg betrokken partijen | 40 |
| 6.1 | Heeft reguliere WKO effect op verontreiniging? | 41 |
| 6.1.1 | Welk effect heeft WKO op de verontreiniging? | 41 |
| 6.1.2 | Welk effect is toegestaan? | 43 |
| 6.2 | Gebiedsgericht beheer of gevalsgerichte aanpak? | 43 |
| 6.3 | Procesafspraken tussen partijen | 44 |
| 6.3.1 | Wat komt ter sprake? | 44 |
| 6.3.2 | Kostenverdeling | 45 |
| 6.3.3 | Afbreukcriterium: wanneer valt de keuze niet op WKO? | 45 |
| 7 | Fase 2: Stysteemkeuze | 46 |
| 7.1 | WKO-concepten | 46 |
| 7.1.1 | Conceptueel model en variantkeuze | 46 |
| 7.1.2 | Standaardsituaties bodemopbouw | 48 |
| 7.1.3 | Standaardsituaties ligging bodemenergiesysteem tov verontreiniging | 49 |
| 7.1.4 | Conceptoplossingen WKO & verontreiniging in vogelvlucht | 50 |
| 7.2 | Uitwerking afwegingsaspecten | 54 |
| 7.3 | Afwegen van concepten en systeemkeuze | 56 |
| 7.3.1 | Afwegingssystematiek | 56 |
| 7.3.2 | Tussentijdse evaluatie: afspraken over kostenverdeling bijstellen, of niet? | 57 |
| 8 | Fase 3: Ontwerp- en realisatiefase | 58 |
| 8.1 | Algemene aandachtspunten ontwerp | 59 |
| 8.1.1 | Basis voor ontwerp: afspraken over energierendement en sanerend effect | 59 |
| 8.1.2 | Samenvallen verontreiniging en WKO | 59 |
| 8.1.3 | Voorkomen: doorboren van scheidende lagen | 61 |
| 8.2 | Ontwerp geohydrologisch systeem | 62 |
| 8.2.1 | Modellering van grondwaterstroming, warmte- en stoftransport | 62 |
| 8.2.2 | Verspreiding versus beheerseffect in relatie tot systeemtypen | 65 |
| 8.2.3 | Effect systeem op (biologische) afbraakprocessen van de verontreiniging | 66 |
| 8.3 | Ontwerp fysiek systeem | 67 |
| 8.3.1 | Materiaalkeuze in relatie tot verontreinigingssituatie | 67 |
| 8.3.2 | Zuiveren van grondwater en verstoppingsproblematiek | 70 |
| 8.3.3 | Monitoringsinfrastructuur | 70 |
| 8.4 | Vergunningen | 72 |
| 8.4.1 | Waterwet | 72 |
| 8.4.2 | Wet bodembescherming (is een saneringsplan nodig voor mijn locatie?) | 73 |
| 8.4.3 | Tijdspad tot realisatie? | 74 |
| 8.5 | Checklist aanleg systeem | 75 |
| 9 | Fase 4: Beheerfase | 76 |
| 9.1 | Kwaliteitsprocedure | 77 |
| 9.2 | Vorbereiding (Plan) | 78 |
| 9.2.1 | Organisatie en overleg | 78 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 9.2.2 | Veiligheid | 79 |
| 9.2.3 | Controle | 79 |
| 9.3 | Uitvoering (Do) | 80 |
| 9.3.1 | Opstart systeem | 80 |
| 9.3.2 | In bedrijf houden systeem | 81 |
| 9.3.3 | Schoonmaken van pompputten | 81 |
| 9.3.4 | Vervangen van onderdelen | 82 |
| 9.4 | Monitoring en systeemcontrole (Check) | 82 |
| 9.4.1 | Meetdoelen (toetsingskader) | 82 |
| 9.4.2 | Monitoringsparameters en meetfrequenties | 83 |
| 9.5 | Evaluatie, rapportage en bijsturing (Act) | 87 |
| 10 | Voorbeelden combinatiesystemen | 90 |
| 10.1 | Combinatie bodemenergie en saneren: Sanergy Strijp-S Eindhoven | 90 |
| 10.2 | Combinatie bodemenergie en Saneren: Hoenderparkweg Apeldoorn | 91 |
| 10.3 | WKO en deelonttrekking: Spoorzone Woerden | 92 |
| 10.4 | WKO in gebiedsgerichte aanpak: Stationsgebied Utrecht | 94 |
| 11 | Ontwikkelingen | 97 |
| 11.1 | Potentie voor WKO in verontreinigd gebied | 97 |
| 11.2 | Organisatorische en procesmatige kansen | 99 |
| 11.3 | Technische ontwikkelingen | 100 |
| 11.4 | Slotopmerkingen | 102 |
| 12 | Subsidies en financiële regelingen | 103 |
| 12.1 | Inleiding | 103 |
| 12.2 | Regelingen Agentschap NL ten behoeve van stimulatie van WKO & (evt.) Bosa | 103 |
| 12.3 | Regelingen indirecte stimulatie WKO & (evt.) Bosa | 104 |
| 12.4 | Algemene conclusie | 105 |
| Bijlage 1 | Detailinformatie financiële regelingen | 107 |

Voorwoord

DOEL BOEG: TOEPASSINGS- MOGELIJKHEDEN WKO BIJ VERONTREINIGING VERGROTEN

Handleiding BOEG: BODEMENERGIE EN GRONDWATERVERONTREINIGING

Handleiding BOEG is geschreven in reactie op de vraag vanuit zowel de markt als de overheid om toepassingsmogelijkheden voor bodemenergie te vergroten, specifiek op verontreinigde locaties. Doelgroep voor handleiding BOEG zijn degenen die een afweging maken wat de potentie is van bodemenergie in een verontreinigd gebied (*meestal de adviseurs van een projectontwikkelaar*) en de overheden en beleidsontwikkelaars.

BOEG BREEKT HET IJS

Handleiding BOEG schept helderheid in de te bewandelen wegen om WKO te realiseren in en nabij verontreinigd grondwater vanuit zowel juridisch, technisch en organisatorisch oogpunt. Daarvoor geeft BOEG allereerst de noodzakelijke basisinformatie over WKO en verontreinigingen, en voorziet in inhoudelijke conceptoplossingen. Cruciaal voor het tot stand komen van een WKO op een verontreinigde locatie is een goede samenwerking tussen de verschillende betrokken partijen. Vooral het afstemmen van het belang van de initiatiefnemer WKO en de "eigenaar" van de bodemverontreiniging speelt een cruciale rol. Een WKO die invloed uitoefent op verontreiniging kan vanzelfsprekend alleen worden gerealiseerd als de belangen van de eigenaar niet worden geschaad. Daarnaast is overleg nodig met meerdere Bevoegde Gezagen.

BOEG definieert een vijftal procesfasen onderscheiden die kunnen dienen als leidraad om het overleg en het keuzeprocess tussen de betrokken partijen te faciliteren en te vereenvoudigen. De afwegingsystematiek voor bodemenergieconcepten (variërend van 'meest energiegunstige variant' tot 'Wbb-gestuurde variant' en 'alternatieve vorm van (duurzame) energie') is gebaseerd op ROSA¹. De afwegingsaspecten die in BOEG gehanteerd worden zijn breder opgezet en benaderen de keuze vanuit een meer integrale scope. Daarnaast geeft BOEG een stimulans door helder het overheidsstandpunt te schetsen en de subsidiemogelijkheden die worden geboden door Agentschap NL. Tenslotte gaat de introductie van deze handleiding gepaard met actieve kennisoverdracht in de vorm van workshops en trainingen. Handleiding BOEG is begin mei beschikbaar via de site van de NVOE en van Agentschap NL (voorheen: SenterNovem).

Dankwoord

Handleiding BOEG is mede tot stand gekomen dankzij de volgende experts die zich hebben ingezet tijdens de consultatieronde: M. Zwamborn, P. Ramakers, T. Koopmans, M. Smit, M. Bloemendal, A. Verboom, N. Robot, W. Huis in 't Veld, en P. van Diest.

Daarnaast danken wij de begeleidingscommissie vanuit de NVOE voor hun feedback op het document: M. Bloemendal (Tauf), T. Koopmans (MWH) en C. Dijkhoorn (IF Technology).

¹ ROSA is een handreiking voor het omgaan met mobiele bodemverontreinigingen in de ondergrond

HOOFDSTUK

1 Van knelpunt naar kans: WKO en bodemverontreiniging

Combinatie van WKO en saneren: kans of knelpunt?

Bij het gebruik van Handleiding BOEG dient de lezer zich te realiseren dat grootschalige grondwaterverontreinigingen in de praktijk vaak niet actief worden gesaneerd.

Het Nederlandse bodembeleid over saneringsmaatregelen is gericht op het geschikt maken van de bodem voor gebruik (onder andere het benutten voor bodemenergie) en het wegnemen van risico's voor mens en milieu, waarbij kosteneffectiviteit en duurzaamheid een belangrijke rol spelen bij de saneringsinspanning en -methode. Op veel locaties waar grootschalige grondwaterverontreiniging aanwezig is, wordt volstaan met het beheersen (*maatregelen waardoor de verontreiniging zich niet verder verspreid*) of beheren (*monitoren*) van de verontreiniging. Voor de context van BOEG betekent dit dat bij vergelijking en verdeling van de (meer)kosten van een WKO in of nabij grondwaterverontreiniging er niet zonder meer van mag worden uitgegaan dat de kosten voor een volledige sanering kunnen worden bespaard met een combinatiesysteem. Er zal immers zelden sprake zijn van een volledige sanering.

Effect van verontreiniging op realisatie- en exploitatiekosten van WKO?

Locatiespecifieke omstandigheden en de kosten van de alternatieve mogelijkheden van (duurzame) energie bepalen in hoge mate of WKO rendabel is op een locatie waar een bodemverontreiniging aanwezig is. Soms worden meerkosten voor het omgaan met de verontreiniging niet terugverdiend door lagere saneringskosten, of weegt de winst van bodemenergie ten opzichte van traditionele verwarming en koeling niet op tegen de meerkosten. In andere gevallen worden saneringskosten vermeden, en is de balans positief. In situaties dat sprake is van een (geringe) toename van de kosten kan in veel gevallen WKO nog steeds rendabel zijn, gezien de relatief korte terugverdiëntijd in vergelijking met andere energievoorzieningen. In alle gevallen moet rekening worden gehouden met bodemverontreiniging wil de toepassing überhaupt zijn toegestaan. Het inzichtelijk maken van het verschil in de realisatie- en exploitatiekosten voor een aantal verschillende uitvoeringsvarianten van WKO én mogelijke alternatieven voor energievoorziening werkt beslisondersteunend bij de afweging of en hoe WKO te realiseren nabij de verontreiniging. Deze afwegingssystematiek is een van de rode draden uit BOEG en vat zich samen in §7.3. Tweede rode draad is een goede belangenafweging met de overige betrokken partijen, wat kansen kan creëren in de te hanteren randvoorwaarden voor de WKO en de aanpak van de verontreiniging.

1.1

ACHTERGROND

De inzet van duurzame energiebronnen neemt de laatste jaren sterk toe. Redenen hiervoor zijn zowel de mogelijke besparing van energiekosten ten opzichte van conventionele energiebronnen, het beschermen van de slinkende voorraad fossiele brandstoffen en door de te behalen milieuwinst (CO₂-reductie). De Nederlandse overheid heeft het realiseren van een duurzaam gebruik van energie en water als doel gesteld (zie rapport “Schoon en Zuinig”, VROM 2007).

Concrete doelstellingen zijn geformuleerd voor 2020 (ten opzichte van 1990):

**OVERHEIDSDOELSTELLING
DUURZAME ENERGIE**

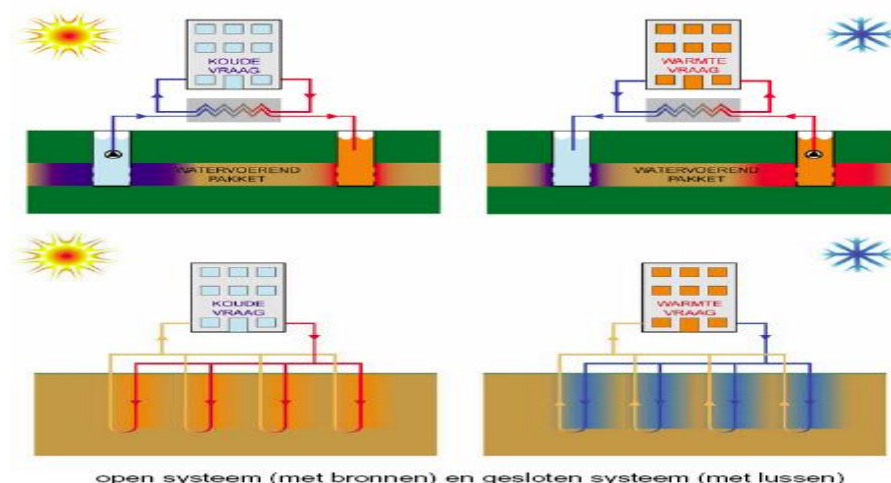
- 30% minder broeikasgasemissies.
- 2% per jaar energiebesparing.
- 20% duurzame energie.

Om deze klimaatdoelstellingen van de overheid te realiseren is de bebouwde omgeving, met een energieconsumptie van meer dan 35%, een belangrijke troef.

Circa 30% van het fossiele energieverbruik in Nederland wordt gebruikt voor lage temperatuur warmte- (< 100°C) en koudevraag, zoals klimaatbeheersing, tapwaterbereiding en agrarische en industriële processen. Dit aandeel kan worden beperkt door ondergrondse energieopslag al dan niet in combinatie met warmtepompen (zie afbeelding 1.1).

Afbeelding 1.1

Principe warmte-koude opslag (WKO)



Ondergrondse energieopslag is een bewezen techniek, vrijwel overal in Nederland mogelijk en snel terug te verdienen. De huidige groei van 15% zal daarom de komende jaren eenvoudig gerealiseerd kunnen worden. De potentie is echter vele malen groter. Schattingen van mogelijk te realiseren besparingen lopen uiteen van 2 tot 5 Mton CO₂-reductie en 2 tot 4% vermindering van het totale energieverbruik in Nederland. Hiermee draagt energieopslag significant bij aan de Nationale energiebesparingsdoelstellingen. Om de maximale besparingen te bereiken zal de markt met ruim 30% moeten groeien. Om dit te verwezenlijken moeten oplossingen worden gevonden voor mogelijke obstakels, zoals bodemverontreinigingen. De aanwezigheid van een grondwaterverontreiniging in het eerste watervoerende pakket kan de toepassingsmogelijkheden van WKO beperken.

STAGNATIE REALISATIE WKO'S DOOR BODEMVERONTREINIGING

In afbeelding 1.2 is een overzichtskaart opgenomen van Nederland, waarop de gebieden met een kans op verontreinigd grondwater groter dan 80% rood zijn gemarkeerd. Deze gebieden vallen voor een groot deel samen met de binnenstedelijke gebieden. De kans op verontreinigd grondwater als gevolg van de (historische) industriële activiteiten is relatief groot in de (voormalige) stadskernen. Schatting is dat circa 25% van het grondwater in het binnenstedelijke gebied in het horizontale vlak is verontreinigd. Omdat juist in de binnenstedelijke gebieden ook veel herontwikkelingen worden gerealiseerd, wordt tijdens de oriëntatiefase voor toepassing van WKO relatief vaak een grondwaterverontreiniging aangetroffen. Omdat WKO doorgaans leidt tot grote grondwaterbewegingen, wordt ook de verspreiding van grondwaterverontreiniging beïnvloed. De Wet bodembescherming (Wbb) stelt dat verspreiding van verontreiniging moet worden tegengegaan.

Afbeelding 1.2

Overzichtskaart met kans op verontreinigd grondwater (rood > 80%)

*Bron: identificatie gebieden met grootschalig verontreinigd grondwater, versie 2.0
Frans Mulder (3B) en Ludo Boeije (ARCADIS)*



Knelpunt:

Op een substantieel aantal herontwikkelingslocaties komt als knelpunt naar voren dat een aanwezige grondwaterverontreiniging de toepassing van WKO bemoeilijkt, waardoor wordt afgezien van deze methode van duurzame energiewinning uit grondwater.

ADVIES TASKFORCE WKO: SYNERGIE TUSSEN WKO EN SANEREN

In maart 2009 heeft de bestuurlijke Taskforce WKO haar rapportage 'Groen licht voor bodemenergie' gepubliceerd [lit.1]. Deze Taskforce is in het leven geroepen door Minister Cramer van VROM met als doel om op korte termijn met maatregelen te komen om de toepassing van WKO te bevorderen. Een van de adviezen van de Taskforce is het streven naar synergie tussen de combinatie van open bodemenergie systemen en bodemsanering. Een effect van deze synergie is dat de sanering of het beheer rendabeler worden en dat de locatie geschikt wordt om duurzame energie te winnen uit de bodem. Door het zoeken naar een balans tussen beide kan het zijn dat zowel het saneringsrendement als het energierendement iets lager liggen dan normaal, maar de optelsom is wel degelijk waardevol.

1.2**DOELSTELLING BOEG**

Gezamenlijke wens vanuit de overheid en de markt² is om de weg vrij te maken voor het regulier toepassen van WKO in gebieden waar verontreinigd grondwater aanwezig is. Handleiding BOEG moet het ijs breken voor de toepassing van WKO in verontreinigde gebieden.

Daarvoor worden drie subdoelen onderscheiden:

1. Kennisoverdracht door:
 - a. praktische handleiding BOEG (web-benaderbaar);
 - b. workshops en vraagbaak.
2. Heldere weergave inbedding in beleid en wetgeving.
3. Schets subsidiemogelijkheden.

Primair wordt beoogd om met de handleiding helderheid te scheppen in de mogelijkheden en de te bewandelen wegen om WKO toe te passen in of nabij verontreinigd grondwater vanuit zowel juridisch, technisch en organisatorisch oogpunt.

Daarnaast geeft BOEG een stimulans door helder het overheidsstandpunt te schetsen en de subsidiemogelijkheden die worden geboden door Agentschap NL. Tenslotte gaat de introductie van deze handleiding gepaard met actieve kennisoverdracht in de vorm van workshops en trainingen.

1.3**DOELGROEP**

De Handleiding BOEG is bedoeld voor de volgende doelgroepen:

1. Adviesbureaus /leden NVOE

De primaire doelgroep voor de op te stellen handleiding BOEG zijn partijen die een WKO-systeem willen realiseren, en/of de afweging willen maken wat de potentie is voor inzet van een WKO-systeem in een gebied met verontreinigd grondwater. In de afwegingsfase is dit veelal een adviseur van een projectontwikkelaar. In de ontwerpfase zijn dit veelal installatietechnische partijen. In de beheerfase is dit veelal de exploitant.
2. Overheden

Secundaire doelgroep zijn de overheden/beleidsontwikkelaars. Deze partijen kunnen actie ondernemen om structurele knelpunten voor realisatie van WKO in verontreinigd grondwater weg te nemen.
3. NVOE-commissie BOEG

Tertiaire doelgroep is de op te richten NVOE-commissie BOEG. Deze commissie fungeert als spin in het web of trekker en intermediair tussen de uitvoerende overheden, NVOE-leden en VROM als beleidsbepaler.

² Vanuit de markt heeft de NVOE (Nederlandse Vereniging voor Ondergrondse Energieopslagsystemen) het initiatief genomen in de totstandkoming van handleiding BOEG.

1.4**AFBAKENING BOEG**

Voorliggende handleiding BOEG centreert zich rondom het winnen van bodemenergie in of nabij verontreinigd grondwater. Deze handleiding beschrijft dus in hoofdzaak het punt waar de werelden van bodemenergie en grondwaterverontreiniging/-sanering elkaar raken c.q. beïnvloeden. Voor meer algemene aspecten over het ontwerp, standaardvergunning-procedures en beheer van reguliere bodemenergiesystemen wordt verwezen naar het document 'NVOE-richtlijnen voor ondergrondse energieopslag' [lit.5].

**BOEG IN RELATIE TOT
ALTERNATIEVE VORMEN
VAN (DUURZAME) ENERGIE**

In veel gevallen leidt het inzetten van bodemenergie tot een bijdrage aan de nationale milieubeleidsdoelstellingen. Echter, in sommige situaties kan een alternatieve vorm van (duurzame) energie meer voor de hand liggen. Vanuit deze overall duurzaamheidsgedachte wordt kort stilgestaan bij het afwegen van bodemenergiesystemen binnen de context van BOEG tegen alternatieve vormen van (duurzame) energie.

**OVERIGE DOCUMENTEN
VOOR DUURZAME
INRICHTING VAN DE
ONDERGROND**

Bij een duurzame inrichting van de ondergrond zijn vele partijen gebaat. Om een duurzame afweging te maken tussen alle belangen die spelen in de ondergrond (waaronder WKO) lopen meerdere initiatieven die, naast BOEG, als hulpmiddel kunnen dienen voor de te maken keuzes. In dit kader is in opdracht van VROM de 'Redeneerlijn voor de ondergrond' (2009) opgesteld, die is ontwikkeld als hulpmiddel voor decentrale overheden bij het maken van afwegingen over het gebruik van de ondergrond. Daarnaast is sinds eind 2009 voor gemeenten, provincies en waterschappen het instrument 'Routeplanner Bodemambities' beschikbaar om een brede kijk op bodembeheer in te vullen, met aanknopingspunten met ruimtelijke ontwikkeling. Beide documenten zijn beschikbaar via de site van Agentschap NL ([www. AgentschapNL.nl](http://www.AgentschapNL.nl)).

Voorliggende handleiding BOEG kan als leidraad worden gebruikt in het proces van initiatie- tot beheerfase voor situaties waar WKO en grondwaterverontreiniging voorkomen. Aan voorliggende handleiding kunnen geen rechten of aansprakelijkheden worden ontleend.

HOOFDSTUK 2

Wat handig is om te weten van...

2.1 BODEMENERGIE

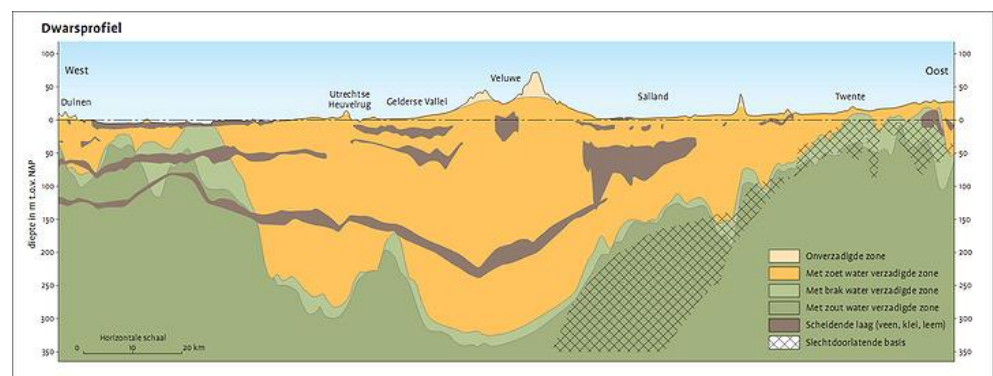
2.1.1 ENERGIE UIT HET GRONDWATER

Ondiep grondwater in Nederland heeft van nature een over de seizoenen vrij constante temperatuur rond 10 à 12°C. De temperatuur stijgt per 100 meter diepte met 2 à 3 graden. Water van grotere diepte met hoge temperatuur kan direct worden gebruikt voor verwarming van binnenruimten. Dit is echter alleen rendabel als binnen een paar kilometer van het aardoppervlak voldoende water van hoge temperatuur aanwezig is. Dat is maar in een deel van Nederland het geval, zodat deze zogenaamde geothermie in ons land lang niet overal kan worden toegepast.

Een typerende doorsnede van de Nederlandse ondergrond voor de eerste 350 m -mv. is weergegeven in afbeelding 2.1. Hierbij zijn watervoerende pakketten (aquifers) hoofdzakelijk bestaand uit zand en grind, gescheiden door waterscheidende lagen (aquitards) van klei, leem en veen (donker weergegeven). In deze afbeelding is tevens het voorkomen van zoet, brak en zout grondwater ter indicatie weergegeven.

Afbeelding 2.1

Schematische dwarsdoorsnede
Nederlandse bodem



PRINCIPE BODEMENERGIE:
Winning warmte en koude
uit grondwater

Het ondiepe grondwater kan met behulp van een warmtewisselaar voor koeling van ruimtes worden gebruikt, maar ook voor verwarming door tussenkomst van een warmtepomp die de gebruikstemperatuur verhoogd. Watervoerende lagen in de ondergrond zijn tevens goed bruikbaar om warm en koud water op te slaan. Door de gunstige thermodynamische eigenschappen en isolerende werking van de bodem blijft de temperatuur van het opgeslagen water (*en daarmee de energie*) langdurig behouden. Eerder opgewarmd water kan in de winter worden gebruikt voor verwarming van bebouwing.

Het koudeoverschot in de winter wordt vervolgens opgeslagen in de bodem. In de zomer kan het koude water gebruikt worden voor koeling en wordt de warmte in de bodem opgeslagen. Gezien de bodemopbouw zijn ondiepe bodemenergiesystemen in Nederland vrijwel overal toepasbaar.

VOORDELEN BODEMENERGIE

Het gebruik van bodemenergie bij klimaatbeheersing van gebouwen levert:

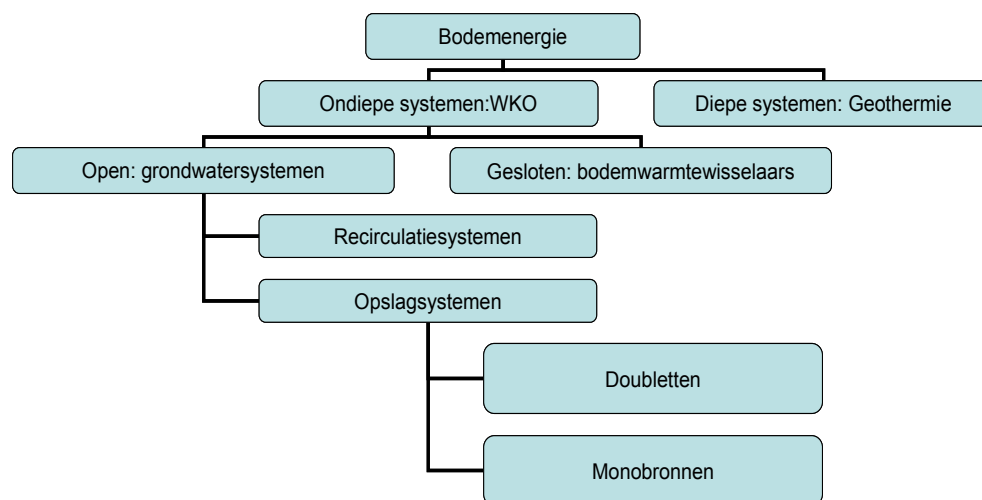
- een aanzienlijke reductie van het energiegebruik;
- daarmee vermindering van het gebruik aan fossiele brandstoffen;
- en verlaging van de kooldioxide-uitstoot;
- waardoor een aanzienlijke kostenbesparing kan worden gerealiseerd (en de terugverdientijd van een investering in deze systemen kort is).

2.1.2 TYPEN BODEMENERGIE SYSTEMEN

In afbeelding 2.2 is een onderverdeling gegeven van verschillende typen bodemenergiesystemen³. Allereerst is er een verschil tussen de ondiepe energieopslagsystemen (tot circa 300 m) en de diepere geothermie systemen (2.000-5.000 m), die warmte van grote diepte halen. De geothermie systemen worden hier niet verder besproken omdat deze vanwege de grote diepte niet interfereren met bodemverontreiniging.

Afbeelding 2.2

Typen bodemenergiesystemen



Ondiepe bodemenergiesystemen zijn onder te verdelen in open systemen en gesloten systemen. Open systemen onttrekken energie uit grondwater dat wordt opgepompt door middel van één of meerdere bronnen. Gesloten systemen onttrekken energie door middel van - bijvoorbeeld - lussen die in de bodem zijn geplaatst en worden ook wel bodemwarmtewisselaarsystemen genoemd.

³ Bodemenergie heeft geen betrekking op CO₂-opslag.

Bij open systemen is het tevens mogelijk het rendement te verhogen door het opgepompte grondwater na gebruik voor verwarming of koeling vervolgens weer in de bodem te infiltreren en zo warmte of koude op te slaan die op een later moment weer kan worden gebruikt. In feite verdient dus alleen dit type de naam energieopslagsysteem. De andere systemen *onttrekken* alleen warmte of koude aan de bodem.

WKO: ONTTREKKING EN (TIJDELIJKE) OPSLAG VAN WARMTE EN KOUDE

Ondiepe bodemenergiesystemen worden meestal 'warmte en koude-opslag' genoemd of aangeduid met de afkorting WKO of KWO. Toch vindt slechts bij een deel van de systemen daadwerkelijk *opslag* van warmte en koude plaats. Veelal wordt alleen warmte en/of koude *onttrokken* (waarvoor de afkorting WKO uiteraard ook kan gelden). Omdat de energiebalans tot op heden over het jaar wettelijk neutraal moet zijn (zie hoofdstuk 3) wordt in principe evenveel energie aan het grondwater onttrokken als opgeslagen. Netto wordt uiteindelijk dus geen energie vanuit de atmosfeer in de bodem gebracht: eventuele opslag is tijdelijk.

Bij open systemen kunnen 3 hoofdvarianten worden onderscheiden. In de navolgende paragrafen wordt op de verschillende systemen in hoofdlijnen ingegaan, uitgaande van de meest voorkomende toepassingen. Voor nieuwe ontwikkelingen binnen het thema van deze handleiding wordt verwezen naar de hoofdstukken 10 en 11.

2.1.3

GESLOTEN SYSTEMEN

Gesloten systemen werken met bodemlussen waar een warmte/koudetransportmiddel (vaak water met antivries) doorheen wordt gepompt om warmte of koude aan de bodem te onttrekken, zonder dat direct contact met het grondwater optreedt. Daardoor kunnen deze systemen relatief onafhankelijk van bodemopbouw, bodemchemie en ook het voorkomen van bodemverontreiniging worden aangelegd. Deze vaak kleinschalige systemen zijn per huis aan te leggen. In Nederland is een vergunning niet nodig. Naar schatting zijn er in Nederland al circa 25.000 van deze systemen aangelegd. Er zijn allerlei varianten in gebruik (zie afbeelding 2.3 voor een impressie). Als gevolg van de inspanningen van de Taskforce Bodemenergie zal naar verwachting het systeem voor vergunning en registratie veranderen.

Afbeelding 2.3

Horizontale (*links*) en verticale (*rechts*) bodemwarmtewisselaar

Bron: Stiebel Eltron



2.1.4

OPEN SYSTEMEN

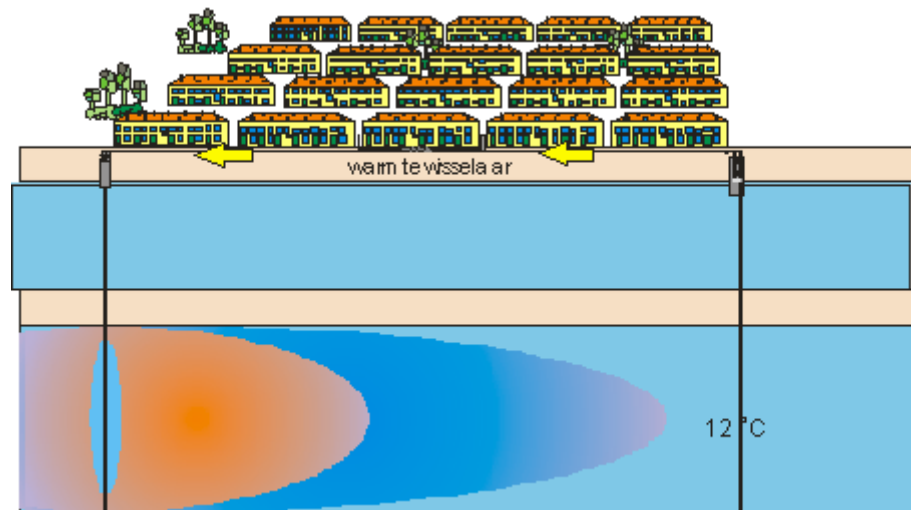
Open systemen zijn vaak grootschaliger, geschikt voor kantoorcomplexen en woonwijken, en gebruiken het grondwater zelf als warmte/koude transportmiddel. In het stookseizoen (herfst, winter, voorjaar) wordt het, vergeleken met de lage omgevingstemperatuur, relatief warme grondwater opgepompt, benut voor verwarming en na afkoeling weer geïnfiltrerd in de bodem. Hierbij wordt meestal niet alleen gebruik gemaakt van een warmtewisselaar maar ook van een warmtepomp om wat hogere temperaturen te kunnen realiseren. Tijdens het koelseizoen (voorjaar, zomer, herfst) wordt het, vergeleken met de hoge omgevingstemperatuur, relatief koude grondwater gebruikt voor koeling en na opwarming weer geïnfiltrerd.

Recirculatiesystemen voor onttrekking van warmte en koude

In de meest eenvoudige vorm van WKO wordt grondwater continu onttrokken uit dezelfde bron en wordt het water na het onttrekken ("oogsten") van warmte of koude weer geïnfiltrerd in een permanente infiltratiebron. Dit principe is weergegeven in afbeelding 2.4. Met behulp van de warmtepomp wordt geregeld of warmte of koude wordt onttrokken.

Afbeelding 2.4

Recirculatiesysteem voor *onttrekking* van warmte en koude in 2^e watervoerend pakket (aquifer), onder scheidende laag (aquitard) van bijvoorbeeld klei



Toelichting bij afbeelding:

Grondwater met een constante temperatuur wordt opgepompt (rechts), benut voor verwarming of koeling (boven), waarna het weer wordt geïnfiltrerd (links). Dit brengt met zich mee dat zones ontstaan met warmer (oranje) en kouder (donkerblauw) grondwater ten opzichte van de natuurlijke temperatuur.

Zo ontstaan zones met grondwater dat warmer en kouder is dan de natuurlijke temperatuur, die door de natuurlijke grondwaterbeweging met elkaar mengen. Hierdoor neemt het geïnfiltrerde water na verloop van tijd en op enige afstand de natuurlijke temperatuur weer aan. Deze relatief eenvoudige uitvoeringsvariant, waarbij alleen gebruikt wordt gemaakt van *onttrekking* van warmte en koude, wordt een recirculatiesysteem genoemd. Bij een recirculatiesysteem wordt de weer in de bodem geïnfiltrerde energie in de vorm van warmte of koude niet opnieuw benut. Voor recirculatiesystemen wordt wel gekozen op plaatsen met een hoge grondwaterstromingsnelheid, waar het moeilijk is een stabiele warme en koude zone te creëren (zie opslagsystemen).

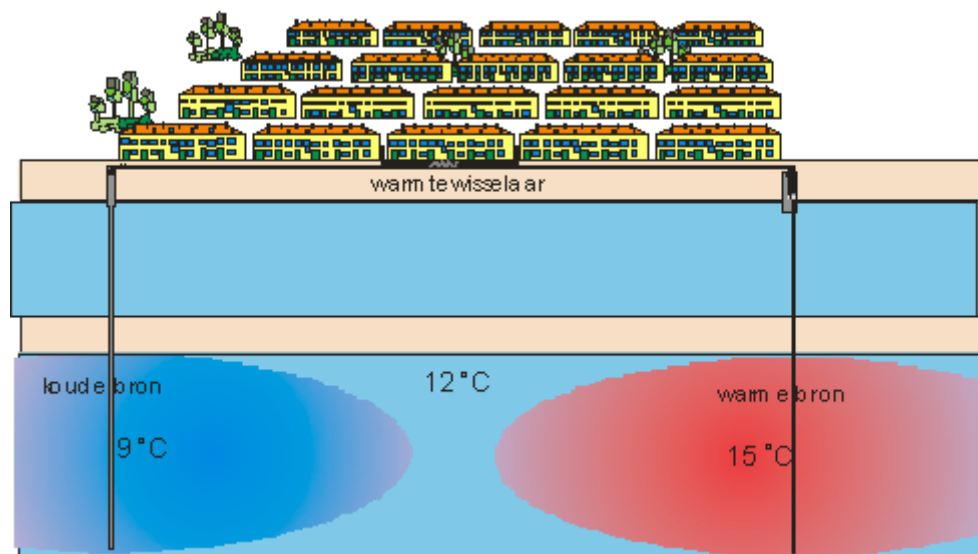
**OPSLAG SYSTEEM:
DOUBLET**

Opslagssystemen: doubletten en monobronnen

Vanuit energieoogpunt zijn opslagsystemen in vergelijking met recirculatiesystemen efficiënter: het opgewarmde en afgekoelde water wordt opnieuw gebruikt. Dit is mogelijk door de stromingsrichting tussen stook- en koelseizoen om te draaien, zodat opgewarmd en afgekoeld water op verschillende plaatsen wordt geïnfiltrteerd. Na enige tijd ontstaan stabiele warme en koude grondwaterbellen, waarmee ook *opslag* van koude en warmte in de bodem wordt gerealiseerd. Van de circa 1.000 open WKO's die in Nederland zijn gerealiseerd, zijn de meeste systemen uitgevoerd met doubletten (zie afbeelding 2.5).

Afbeelding 2.5

Principe van warmte-koude *opslag* met een doublet



Toelichting bij afbeelding:

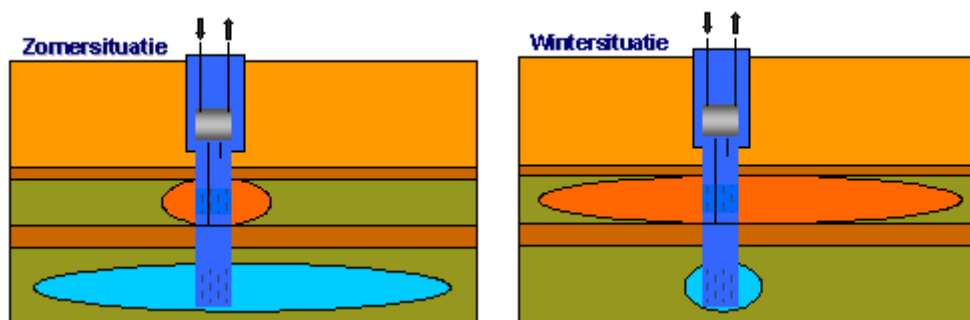
In het stookseizoen wordt het grondwater rechts benut voor verwarming met vervolgens links infiltratie van het afgekoelde water. In het koelseizoen wordt het grondwater links gebruikt voor koeling waarna rechts infiltratie van het opgewarmde water plaatsvindt. Door deze systematiek consequent toe te passen ontstaan na enkele jaren een koude en een warme bel.

**OPSLAG SYSTEEM:
MONOBRON**

Een andere uitvoeringsvariant van een opslagsysteem is de monobron, waarvoor maar één keer hoeft te worden geboord en waarbij filters op verschillende dieptes worden geplaatst. Een monobron is daardoor vaak goedkoper en toepasbaar op kleinere locaties. Voorwaarde voor realiseren van een monobronsysteem is dat geen beïnvloeding optreedt tussen de koude en de warme bel, waardoor vermenging van het koude en warme water optreedt. Ofwel, de afstand tussen de in verticale richting gepositioneerde bellen, moet voldoende groot zijn om wederzijdse beïnvloeding te voorkomen. Nog beter is het als een plaatselijke slechter doorlatende leem- of kleilaag in het watervoerende pakket kan worden gevonden waarboven en -onder de filters kunnen worden gesitueerd (zie afbeelding 2.6).

Afbeelding 2.6

Principe van warmte-koude opslag met een monobron en zodanige situering van de filters in de aquifer dat de warme en koude bel gescheiden zijn door een plaatselijk aanwezige minder doorlatende laag



Toelichting bij afbeelding:

In het stookseizoen (afbeelding rechts) wordt het grondwater uit het bovenste deel van het watervoerende pakket (aquifer) benut voor verwarming met daarna infiltratie van het afgekoelde water in het onderste deel van de aquifer. Het bovenste en onderste deel van de aquifer zijn van elkaar gescheiden door een plaatselijk aanwezige slechter doorlatende laag. In het koelseizoen (afbeelding links) wordt het grondwater uit het onderste deel van de aquifer gebruikt voor koeling waarna daarboven infiltratie van het opgewarmde water plaatsvindt.

Het plaatsen van een monobronstelsel in twee verschillende watervoerende pakketten (bv. de warme bel in het 2^e WVP en de koude bel in het 3^e WVP) is vanuit technisch oogpunt ongewenst. Reden hiervoor is de grote kans op aanwezigheid van verschillen in grondwaterkwaliteit per watervoerende laag, wat problemen met zich mee kan brengen: putverstopping door neerslagen als gevolg van menging van verschillende watertypen.

2.1.5**NOODZAAK GOED VOORONDERZOEK**

**GEDEGEN
BODEMONDERZOEK
VOORKOMT PROBLEMEN**

Uit uitgevoerde evaluatiestudies en contra-expertises blijkt dat een gedegen bodemonderzoek meer dan wenselijk is. Een deel van de tot nu toe gerealiseerde WKO's beantwoordt niet aan de verwachtingen: te laag rendement, putverstoppingen, wateroverlast in de omgeving enzovoort. Over het algemeen is dit te wijten aan een onjuiste plaatsing van de filters ten opzichte van de verschillende watervoerende en scheidende lagen. De situering van de filters gebeurt tot op heden vaak op basis van regionale gegevens van de bodemopbouw. Een gedegen vooronderzoek is een investering die zich vele malen terugbetaalt doordat problemen in de beheerfase worden voorkomen.

**WAAR KAN WKO,
EN WAAR NIET?**

De in §2.1.1 genoemde algemene toepasbaarheid in Nederland betekent niet dat WKO overal kan, omdat toepassing afhankelijk is van de wet- en regelgeving voor het huidige en toekomstige gebruik van de ondergrond. Zo zijn voor de drinkwatervoorziening bodembeschermingsgebieden aangewezen en kan een ruimtelijke reservering gemaakt zijn voor bijvoorbeeld gietwateropslag in het eerste watervoerende pakket. Veel gemeenten ontwikkelen WKO-kansenkaarten waarop aangegeven is waar ruimte is voor WKO. Tegelijkertijd wordt nagedacht over gecombineerd gebruik van de ondergrond. Zo hoeven drinkwaterwinning en WKO elkaar niet te belemmeren, maar is in de toekomst juist synergie te realiseren door aan grondwater eerst energie te onttrekken en het vervolgens te gebruiken als tapwater. Tevens kan WKO worden ingezet om overlast te voorkomen. Ook wordt ingezien dat er kansen zijn om WKO te combineren met het saneren van verontreinigd grondwater.

2.2

BODEMVERONTREINIGING

2.2.1

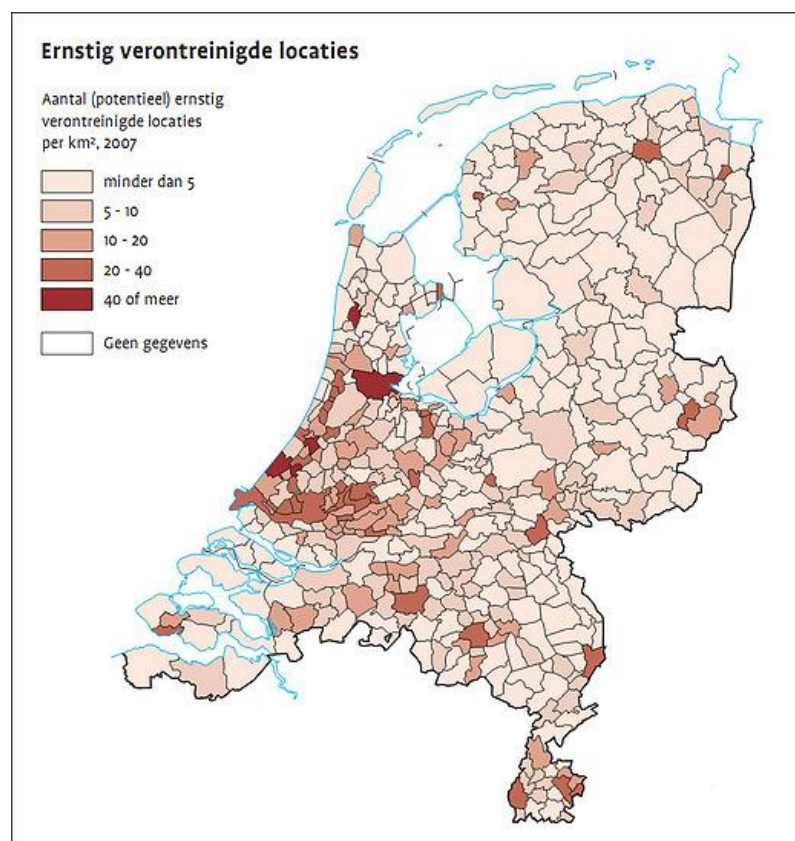
VOORKOMEN VAN VERONTREINIGINGEN

Nederland kent naar schatting een half miljoen locaties waar de bodem in meer of mindere mate is verontreinigd. Naast 120.000 huidige bedrijfslocaties zijn er 400.000 voormalige bedrijfsterreinen die in het verre tot recente verleden verontreinigd zijn geraakt. Deze terreinen kunnen inmiddels zijn bebouwd met woningen, of ze liggen nog braak en zijn in afwachting van sanering. Onder andere op basis van historische activiteiten is de kans op bodemverontreiniging geschat. Circa 400.000 locaties zijn hierbij geormerkt voor vervolgonderzoek, waarvan zeker 50.000-60.000 locaties gesaneerd moeten worden, waarvan 11.000 met voorrang. Afbeelding 2.7 toont het aantal verontreinigingen in Nederland per gemeente. Met name de Randstad, Noord-Brabant, Zuid Limburg en de grote steden in het oosten en noorden hebben veel verontreinigde locaties.

Afbeelding 2.7

Aantal verontreinigde locaties per gemeente in Nederland

Bron: 2007, Bosatlas 2009



Verontreinigingen in de bodem kunnen geassocieerd zijn met de gronddeeltjes of aanwezig zijn als aparte niet in water opgeloste fase, waarbij ze – afhankelijk van stoffeïenschappen – drijf- of zaklagen met puur product vormen, respectievelijk rond grondwaterniveau en op een scheidende laag die tientallen meters diep kan liggen. Daarnaast kunnen verontreinigingen voorkomen in bodemlucht of opgelost zijn in het grondwater in de bodemporiën. In het eerste geval spreken we van een grondverontreiniging, in het laatste geval van een bodemlucht- of grondwaterverontreiniging. Bodemluchtverontreiniging komt alleen in de bovenste onverzadigde bodemzone boven de grondwaterspiegel voor. De mobiliteit van verontreinigingen in de bodem neemt toe met de oplosbaarheid van de betreffende stoffen en af met de mate van hechting aan bodemdeeltjes.

Door vervluchtiging kunnen verontreinigingen via de bodemlucht uitdampen. In de binnenlucht van gebouwen kunnen deze verontreinigingen zich ophopen, met ongewenste blootstelling van mensen als gevolg. Blootstelling kan verder ontstaan door activiteiten in de bodem, zoals graven en grondwateronttrekking.

2.2.2

VERONTREINIGINGSTYPEN

Het grootste deel van de bodemverontreinigingen beperkt zich tot de bovenste 5 meter van de bodem. De meest voorkomende typen verontreinigingen met belangrijkste kenmerken en mogelijke interferentie met WKO (zie §2.2.5 en §8.1.2) zijn samengevat in tabel 2.1.

Tabel 2.1
Veelvoorkomende verontreinigingen

➔
INTERACTIE MET WKO

➔
INTERACTIE MET WKO

| Verontreiniging | Verontreinigings-bron | Belangrijkste compartiment | Mobiliteit | Interferentie met WKO |
|---|--|----------------------------|---|---|
| Minerale olie | Huisbrandolietanks, garages, sloperijen, tankstations | Bodem | Immobil, maar wel drijfslagen mogelijk | Alleen in brongebied Bij aanleg: afvoer verontreinigde grond Bij in bedrijf zijn: mobiliseren drijfslag Zie specifiek § 8.1.2, § 8.3.1 en § 8.5 |
| Vluchtige gechlloreerde koolwaterstoffen (VOCl: per, tri, cis, vinylchloride) | Textiel en grafische industrie, metaalbewerking, gasfabrieken, chemische industrie, kunststofindustrie | Grondwater | (Zeer) mobiel met moeilijk traceerbaar horizontaal en verticaal transport en vorming van zaklagen | Zowel in brongebied als in pluim Bij in bedrijf zijn: - mobiliseren zaklaag - vergroting grondwaterlichaam met opgeloste verontreinigingen Zie deze handleiding |
| Vluchtige Aromatische Koolwaterstoffen (BTEXN) | Textiel en grafische industrie, gasfabrieken, chemische industrie, kunststofindustrie, tankstations | Grondwater | Mobil | Zowel in brongebied als in pluim Bij in bedrijf zijn: - vergroting grondwaterlichaam met opgeloste verontreinigingen Zie deze handleiding |
| Policyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK) | Gasfabrieken | Bodem, grondwater | Matig mobiel, drijf- en zaklagen mogelijk | Alleen in brongebied Bij aanleg: afvoer verontreinigde grond Bij in bedrijf zijn: mobiliseren drijf- en zaklagen Zie specifiek § 8.1.2, § 8.3.1 en § 8.5 |
| Zware metalen | Metaalbewerking, leerlooierijen, loodhoudende benzine | Bodem | Immobil, in uitzonderingsgevallen mobiel (bijvoorbeeld arseen) | Alleen in brongebied Bij aanleg: afvoer verontreinigde grond Zie specifiek § 8.1.2 en § 8.5 |

Meest relevant voor WKO

WKO wordt toegepast in de watervoerende lagen. In deze lagen worden vooral de vluchtige gechlloreerde koolwaterstoffen (VOCl) aangetroffen. In mindere mate komen de vluchtige aromatische koolwaterstoffen (BTEXN) voor. Deze laatste groep is doorgaans beter

afbreekbaar en minder mobiel. De overige verontreinigingen uit tabel 2.1 zijn beduidend minder mobiel, en worden hoofdzakelijk in de deklaag aangetoond; te ondiep om te interfereren met WKO. Op deze algemene regel komen wel uitzonderingen voor. Zo bevinden zich in West- en Noord-Nederland ook (afgesloten methanogene) watervoerende pakketten waar de condities zodanig zijn dat juist VOCl goed wordt afgebroken en BTEXN slecht. Daarnaast bestaan bijvoorbeeld metalenverontreinigingen in watervoerende pakketten, waar deze handleiding niet specifiek op in gaat.

2.2.3

HET GEDRAG VAN BODEMVERONTREINIGINGEN

Mobiele verontreinigingen (BTEXN en VOCL) vormen in watervoerende lagen een verontreinigingspluim. Afhankelijk van de stromingsnelheid van het grondwater, de samenstelling van de bodemlaag en de stoffeigenschaften kunnen pluimen in lengte variërend van tientallen meters tot enkele kilometers ontstaan. Naast de grootte van de pluim is ook de hoogte van de concentraties afhankelijk van allerlei processen waaraan verontreinigingen in de bodem onderhevig kunnen zijn. Plaatselijk afnemende concentraties kunnen worden veroorzaakt door:

BODEMPROCESSEN VAN INVLOED OP CONCENTRATIES VERONTREINIGINGEN

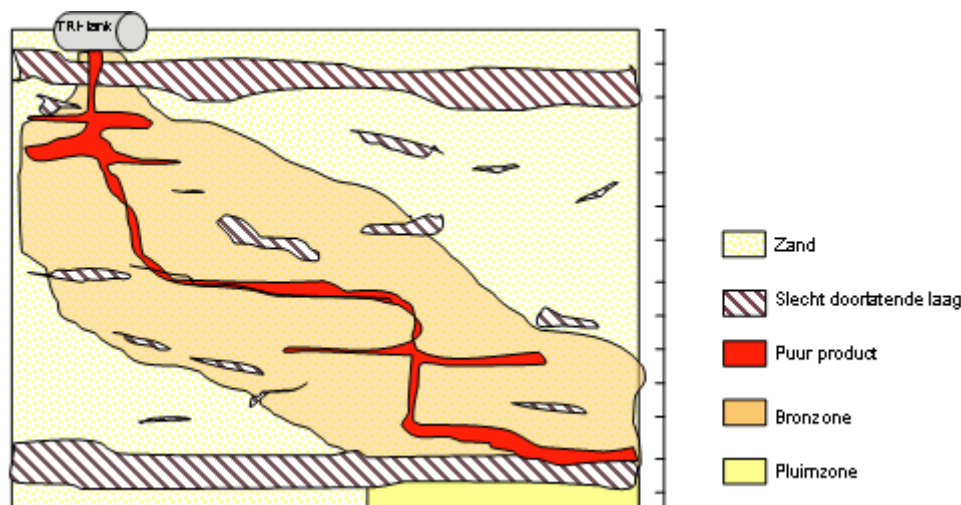
- dichtheidsstroming;
- transport met de grondwaterstroming;
- dispersie (versmearing van een grondwaterverontreiniging door snelheidsverschillen in de grondwaterstroming) en diffusie (beweging van verontreinigingsdeeltjes van hoge naar lagere concentraties) resulterend in menging van verontreinigd en 'schoner' water;
- adsorptie (hechting) aan bodemdeeltjes, zoals organische stof en kleimineralen (maar als de concentraties in de waterfase later lager worden kan ook weer desorptie optreden);
- natuurlijke biologische of abiotische afbraak.

Toelichting dichtheidsstroming

De vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen hebben een hogere dichtheid dan water. Dit betekent dat deze vloeistoffen in pure vorm zich relatief snel naar beneden verplaatsen. De verontreiniging kan zich vrij onvoorspelbaar verplaatsen over slecht doorlatende lagen, als in een knikkerbak. Vaak worden zaklagen gevormd op scherpe overgangen in het bodemmateriaal, bijvoorbeeld van zand naar klei. Dit onvoorspelbare verspreidingspatroon is geïllustreerd in afbeelding 2.8.

Afbeelding 2.8

VOCl-verontreinigingen hebben een grillig verspreidingspatroon. De stoffen zijn zwaarder dan water en zakken daardoor vaak door tot op grote diepten in de bodem



Toelichting natuurlijke afbraak

Voor veel organische verontreinigingen geldt dat deze in de bodem op natuurlijke wijze kunnen worden afgebroken door bacteriën. De mate en snelheid waarmee dat gebeurt, is per locatie verschillend, afhankelijk van de geochemische condities ter plaatse.

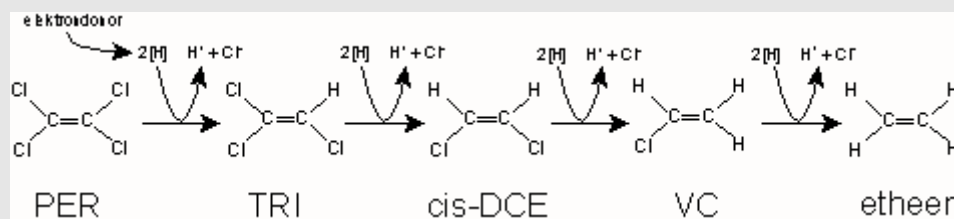
Verontreinigingspluimen met vluchtige aromaten (benzeen, toluen, ethylbenzenen, xylenen en naftaleen of kortweg BTEXN) zijn vaak niet al te groot omdat afbraak onder de in het grondwater heersende licht anaërobe condities redelijk voorspoedig verloopt. Het moeilijkst afbreekbaar zijn benzeen en naftaleen en dat zijn dan ook de stoffen waarvan pluimen met een redelijk grote omvang worden gevonden in de watervoerende lagen. Omvangrijker zijn doorgaans de pluimen met chloorkoolwaterstoffen (VOCl). Deze verbindingen breken nog redelijk af in de deklagen met veel organisch materiaal, maar slecht in de watervoerende lagen.

Chloorkoolwaterstoffen (VOCl) die zich als gevolg van dichtheidsstroming verticaal hebben verspreid naar een watervoerend pakket gedragen zich daarom als recalcitrante verbindingen en breken dikwijls niet of slechts in geringe mate verder af. Deze groep van stoffen vormt daarom grote pluimen in met name het 1^e of bovenste watervoerende pakket. Door het in het verleden vrij algemene gebruik komen dergelijke grote pluimen bovendien veelvuldig voor, zodat dit type verontreiniging het belangrijkste obstakel vormt bij gebruik van de ondergrond, zoals WKO.

INTERMEZZO AFBRAAKOMSTANDIGHEDEN

Sommige verontreinigende stoffen, zoals vluchtige aromaten, worden als substraat (elektronendonor) gebruikt en met behulp van opgelost zuurstof of andere zogenaamde elektronenacceptoren in het grondwater, zoals sulfaat en nitraat, of de grond, zoals driewaardig ijzer, afgebroken tot kooldioxide. Zelfs onder methanogene condities is dit mogelijk, maar dan ligt de afbraaksnelheid aanzienlijk lager.

Dergelijke sterk anaërobe condities zijn juist een voorwaarde voor de zogenaamde reductieve dechlorering van chloorkoolwaterstoffen, waarbij organische stof als elektronendonor fungeert. Via dit proces worden chloorkoolwaterstoffen in een aantal stappen afgebroken tot ongechloreerde eindproducten. Zo wordt, tetrachlooretheen (ook PER genoemd) afgebroken tot etheen:



Overigens kunnen de lager gechloreerde chloorkoolwaterstoffen zoals cis-1,2-dichlooretheen en vinylchloride, die zich het snelst verspreiden en daardoor voor wat betreft de watervoerende pakketten het omvangrijkste probleem vormen, ook oxidatief worden afgebroken (net als BTEXN) met zuurstof en mogelijk met ijzer en sulfaat.

2.2.4

BODEMSANERING

Voor de bodemsanering is een pallet aan technieken beschikbaar. De belangrijkste saneringstechnieken zijn:

**BODEMSANERINGS-
TECHNIEKEN**

- ontgraving voor bereikbare ondiepe grondverontreinigingen;
- bodemluchtexttractie bij vluchtige verontreinigingen in de onverzadigde zone boven de grondwaterspiegel;
- persluchtinjectie in combinatie met bodemluchtexttractie bij vluchtige verontreinigingen in de verzadigde zone;
- doorspoeling door middel van grondwateronttrekking bij goed oplosbare stoffen die niet te sterk aan bodemdeeltjes hechten;
- stimulering van de biologische afbraak door het toedienen van elektronendonoren of -acceptoren;
- versnelde chemische afbraak door het toedienen van oxidatiemiddelen.

**SANERING DOOR
VERWIJDERING EN/OF
BEHEERSING**

Indien sanering door verwijdering van de verontreiniging te kostbaar is, zoals dikwijls bij de veelvoorkomende grote chloorkoolwaterstoffenpluimen het geval is, wordt ook wel beheersing van de verontreiniging toegepast: door gerichte grondwateronttrekking wordt verspreiding van de verontreinigingen tegengegaan. Dit kan in combinatie met zuivering en herinfiltratie. Ook voor beheersing kan gebruik worden gemaakt van natuurlijke afbraak omdat hiermee de verspreiding wordt geremd. Voor mobiele verontreinigingen heeft de Nederlandse rijksoverheid, in een in juli 2001 verschenen rapport met de prozaïsche titel 'Doorstart A5', als algemeen doel het bereiken van een zogenaamde 'stabiele eindsituatie' gesteld. Vier jaar later is in praktijkdocument ROSA [lit.8] voor dit begrip een praktische definitie geformuleerd: "Er is sprake van een stabiele eindsituatie als de omvang van de verontreiniging binnen 30 jaar een duidelijk afnemende trend vertoont, die wijst op een terugkeer naar (nagenoeg) de oorspronkelijke omvang binnen afzienbare termijn. Daarbij mogen zich nu en in de toekomst geen ontoelaatbare risico's voordoen voor mens en milieu."

Voor de lezer die interesse heeft zich verder te verdiepen in de aard en sanering van bodem- en grondwaterverontreiniging biedt een serie cahiers van de Stichting Kennisontwikkeling en Kennisoverdracht Bodem (SKB)⁴ een uitstekende introductie. In relatie tot WKO zijn vooral de volgende cahiers van toepassing:

VERDER LEZEN?

- Verontreinigd Grondwater.
- Natuurlijke afbraak: Het is niet niks!
- VOCl Vluchtige chloorkoolwaterstoffen in bodem.
- Olie in de Bodem.
- In-situ gestimuleerde biologische afbraak: een natuurlijke oplossing!
- Nazorg.

⁴ Cahiers zijn gratis en te bestellen via <http://www.skbodem.nl>

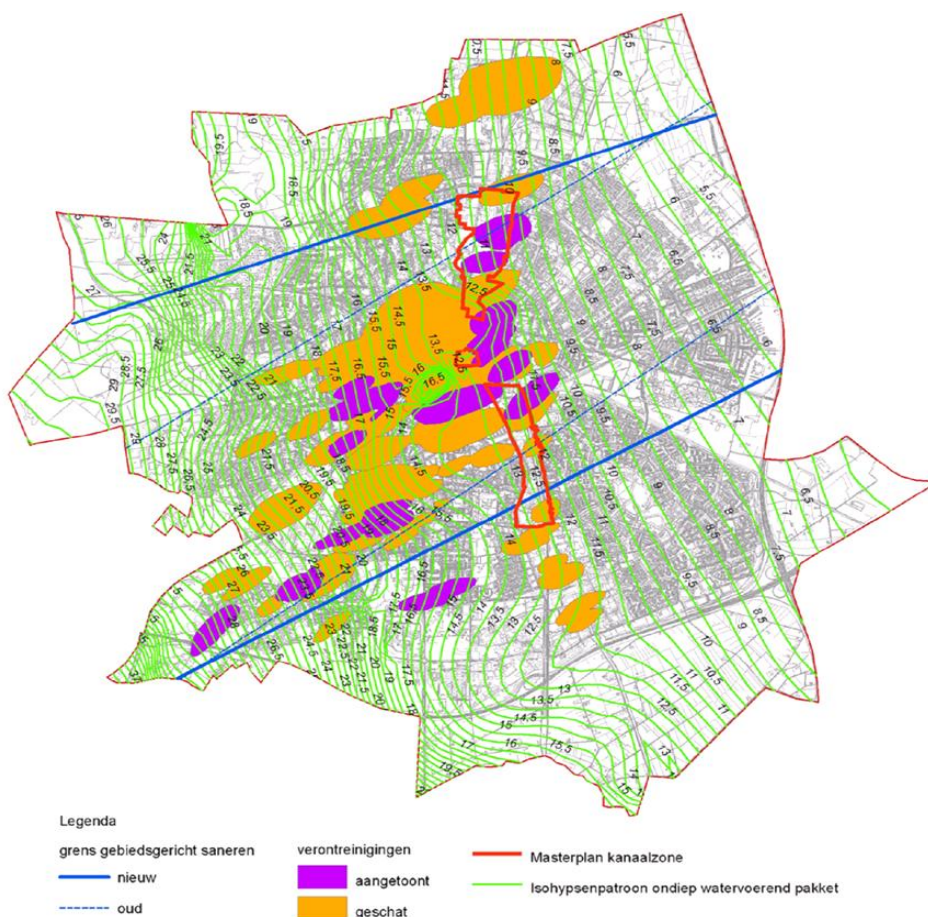
2.2.5

BODEMVERONTREINIGINGEN EN WKO

Omdat in binnenstedelijke gebieden zowel de koude- en warmtevraag als de aanwezigheid van omvangrijke bekende of potentieel aanwezige grondwaterverontreinigingen zich concentreren, brengt de huidige situatie met zich mee dat veel (open) WKO's niet kunnen worden gerealiseerd (zie afbeelding 2.9). Hierdoor blijven kansen liggen om het ontwerp van WKO's op de verontreinigingssituatie af te stemmen en daarmee meerdere doelen te behalen. Het voor open WKO benodigde onttrekken en infiltreren van grondwater, wordt immers ook bij de sanerings- en beheersmaatregelen van bodemverontreiniging toegepast. Synergie is daarom in principe mogelijk, hoewel er complicerende factoren zijn. Zo zijn de gehanteerde debieten bij WKO meestal groter dan voor bodemsanering nodig is. Zuivering is daardoor kostbaar. Anderzijds kan WKO eveneens worden benut om elektronendonoren en -acceptoren beter met elkaar te mengen, zodat de biologische afbraak wordt gestimuleerd. Vandaar deze handleiding die richtlijnen geeft voor toepassen van WKO in en nabij grondwaterverontreinigingen.

Afbeelding 2.9

Voorbeeld van een verwachtingskaart voor het voorkomen van grondwaterverontreiniging, waaruit blijkt dat in grote delen van het binnenstedelijk gebied verontreinigingen momenteel een obstakel vormen voor WKO. Ook illustreert deze kaart de grote onzekerheid in de omvang van het verontreinigde gebied.



Afbeelding 2.9 illustreert tevens dat over grote delen van de ondergrond nog onzekerheid bestaat of daar relevante verontreinigingen voorkomen. In aanvulling op de beschikbare informatie uit het landsdekkend beeld en gemeentelijke bodemkwaliteitskaarten zal het daarom niet zelden nodig zijn dat de initiatiefnemer eigen onderzoek verricht.

Dit kan overigens efficiënt worden gecombineerd met onderzoek gericht op een zo effectief mogelijke situering van de WKO-filters (zie §2.1.5). In principe zal een open WKO de in §2.2.3 genoemde processen waaraan verontreinigingspluimen in de bodem onderhevig zijn intensiveren. In hoeverre dit milieuhygiënisch gezien gunstig of ongunstig uitwerkt, is afhankelijk van de uitvoeringsvariant en het ontwerp.

HOOFDSTUK

3

Beleid en gebiedsgerichte aanpak

Het overheidsbeleid ten opzichte van bodemsanering, warmte-koudeopslag en de combinatie van deze twee is momenteel flink in beweging. In dit hoofdstuk wordt helderheid gegeven over de huidige juridische mogelijkheden en over de beleidsontwikkelingen richting de nabije toekomst.

3.1**BODEMSANERINGSBELEID****3.1.1****HUIDIG BELEID**

Het moderne bodembeleid ontstond in de jaren tachtig van de vorige eeuw na onder meer de affaire Lekkerkerk. Het is door de jaren sterk verbeterd en hanteerbaarder gemaakt, maar de kern is steeds dezelfde gebleven, namelijk het voorkomen van nieuwe verontreinigingen in de bodem en het verwijderen van oude. Hierbij geldt steeds dat een balans moet worden gezocht tussen benutten en beschermen van de bodem. Dit eerste is uitgewerkt in een aantal preventieve voorschriften en besluiten op basis van de Wet bodembescherming. Het tweede is het bodemsaneringsbeleid geworden.

Met het sterk toenemend aantal bekende gevallen van bodemsanering en de hoge kosten die met totaalsanering gepaard gaan, heeft dit beleid de afgelopen jaren een aantal slagen moeten maken om oplossingen te kunnen blijven bieden. Zo vraagt niet elke verontreiniging van de bodem om een sanering. Diffuse lichte verontreinigingen komen op veel plaatsen voor en kunnen eenvoudig worden beheerd met het instrumentarium van het Besluit bodemkwaliteit. Pas wanneer de concentratie te hoog wordt, moet worden ingegrepen. Van oudsher lag deze grens bij het de interventiewaarde bodemsanering. Boven deze grens geldt de bodem als ernstig verontreinigd en moet de locatie als zodanig kadastraal worden geregistreerd en kunnen beheersmaatregelen en gebruiksbeperkingen worden opgelegd door het Bevoegd Gezag. Dit is in veel gevallen de provincie en een aantal gevallen een grotere gemeente die geldt als Wbb-Bevoegd Gezag.

Of daadwerkelijk moet worden overgegaan tot sanering, hangt af van de risico's van de verontreiniging. Het gaat dan onder meer om het risico op blootstelling en daaruit voortvloeiende gezondheidsrisico's bij mensen en om het risico op verdere verspreiding van de verontreinigende stof. Deze risico's worden bepaald aan de hand van het saneringscriterium. Bij overschrijden van dit criterium moet de locatie worden gesaneerd. De perceeleigenaar is hiertoe aansprakelijk, hoewel deze de kosten privaatrechtelijk kan verhalen op een eventuele veroorzaker. Burgers zijn hiervan overigens uitgezonderd.

Wanneer de sanering moet worden uitgevoerd, is een keuze van het Bevoegde Gezag. In principe laat men de aanpak meestal samenvallen met het uitvoeren van handelingen in de bodem, zoals bouwactiviteiten, grondverzet, landinrichting, aanleg van infrastructuur en WKO. Hierbij geldt de eigenaar van het perceel als aansprakelijk voor de kosten. Deze vormen daarmee onderdeel van de kosten van het bouwproces. In een aantal gevallen kan de overheid een deel van de kosten meebetalen, bijvoorbeeld bij de sanering van bedrijfsterreinen en bij bedrijven met draagkrachtproblemen. Als de overheid zelf initiatiefnemer is tot gebiedsontwikkeling, kunnen ze mede gebruik maken van de daartoe verstrekte rijksmiddelen (Investeringsbudget Stedelijke Vernieuwing of ISV). Naast sanering in samenloop met maatschappelijke ontwikkelingen, hebben de betreffende instanties in een convenant met het Rijk afgesproken snel voorrang te geven aan de zogenaamde spoedlocaties [lit.2]. Dit zijn die locaties waar significante risico's bestaan voor de menselijke gezondheid of voor het ecosysteem of voor verspreiding van de verontreiniging in het grondwater. De meeste spoedlocaties (circa 80%) zijn verspreidingsrisico's. Deze locaties worden de komende jaren versneld aangepakt.

Sanering kan op allerlei manieren plaatsvinden, variërend van monitoring tot volledige ontgraving. De gekozen techniek hangt af van de situatie en wordt vastgelegd in een saneringsplan. Hierop volgt een beschikking van het Bevoegde Gezag. Sinds 2006 kunnen eenvoudige saneringen ook plaatsvinden op basis van het Besluit uniforme saneringen (BUS). In deze gevallen kan een saneerder snel aan de slag met slechts een melding en op basis van algemene regels.

De kwaliteitsverbetering van de bodem die met sanering moet worden bereikt, hangt af van het gewenste maatschappelijke gebruik van een locatie. Het volledig verwijderen van alle verontreiniging, dat in het verleden werd nagestreefd, leidt tot te hoge maatschappelijke kosten en is met de beleidsvernieuwing bodemsanering (bever) vervangen door een functionele sanering.

Voor het bovengrondse deel leggen gemeenten de gewenste kwaliteit van het gebied vast in een bodembeheernota en een bodemkwaliteitskaart op basis van het Besluit bodemkwaliteit of de daaraan voorafgaande Vrijstellingsregeling grondverzet. Als een gemeente geen eigen eisen heeft vastgesteld, gelden de landelijke maximale waarden uit het Besluit bodemkwaliteit. Voor de verontreinigingspluim die zich uitstrekt naar diepere lagen geldt ook dat de eindsituatie moet aansluiten bij het gewenste (gebiedsspecifieke) gebruik. Daarnaast moeten mobiele verontreinigingen zoveel mogelijk zijn aangepakt, zodat verspreiding van de restverontreiniging zo veel mogelijk wordt beperkt en nazorg zo min mogelijk inspanning vereist. Dit wordt ook wel de stabiele, milieuhygiënisch acceptabele eindtoestand genoemd.

3.1.2

NIEUWE BELEIDSONTWIKKELINGEN

Van oudsher worden saneringen per geval aangepakt. De bron en de pluim worden vastgesteld en zo volledig mogelijk verwijderd. Eventuele achtergebleven verontreinigingen worden blijvend gemonitord en beheerst. Bij de gevalsgesichte benadering is eenduidig afgebakend wie aansprakelijk is en wat waar moet gebeuren.

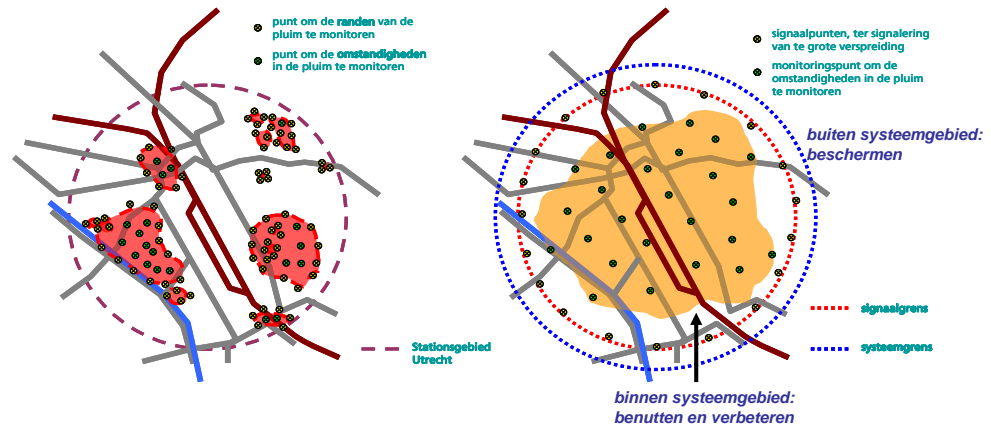
Op veel locaties leidt deze eenvoudige benadering echter tot problemen. Op oude industrieterreinen en in binnensteden lopen pluimen door elkaar, met name waar mobiele verontreinigingen in een goed doorlatende bodem terecht gekomen zijn. Sommige van deze situaties zijn naar verwachting zo omvangrijk en complex geworden, dat zij niet meer op efficiënte wijze met de gevalsgesichte benadering kunnen worden aangepakt.

Het is technisch en/of financieel niet haalbaar, en vaak milieuhygiënisch niet doelmatig. Voor deze situaties wordt een nieuwe aanpak voorbereid, waarbij een gebied als geheel wordt genomen.

Bij dit zogenaamde gebiedsgerichte 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 vervolgens ingezet op optimale benutting en kansen om (op termijn) tot kwaliteitsverbetering te komen. Natuurlijke afbraak kan daarbij een belangrijke component zijn, omdat meer ruimte is voor enige verspreiding binnen het gebied. Bron en pluim worden ontkoppeld, waarbij voor de bron de gevalsgerichte aanpak blijft gelden, maar de pluim wordt aangepakt op gebiedsniveau. Hiertoe wordt een gebiedsplan grondwaterverontreiniging geïntroduceerd dat in deze gevallen in plaats komt van het saneringsplan. Voor deze pluim gaat daarmee ook de mogelijkheid gelden om de verantwoordelijkheid af te kopen. De afkoopsom wordt tussen de deelnemers in het gebied bepaald. Partijen die niet aan het gebiedsgerichte beheer willen meedoen, vallen automatisch terug op de gevalsregeling.

Afbeelding 3.9

Gevals- en gebiedsgerichte aanpak zoals dat uitwerkt voor Utrecht Stationsgebied



Traditionele (gevalsgerichte)aanpak

Gebiedsgerichte aanpak

3.1.3 JURIDISCH KADER

Het huidige kader voor bodemsanering wordt gevormd door hoofdstuk IV van de Wet bodembescherming (Wbb). Hierin staat aangeduid wanneer moet worden gesaneerd, wie verantwoordelijk is en hoe de sanering in grote lijnen in zijn werk gaat aan de hand van meldingen en een saneringsplan. Bevoegd Gezag voor de sanering is de provincie of één van de 29 grote steden, zoals opgenomen in het Besluit aanwijzing Bevoegd Gezag gemeenten Wet bodembescherming. De normstelling en het hieraan gekoppelde milieuhygiënisch saneringscriterium zijn verder uitgewerkt in de Circulaire Bodemsanering 2009 [lit.3]. De circulaire geldt als richtlijn voor het Bevoegde Gezag en kan op den duur worden omgezet in een besluit op grond van de Wbb.

De nieuwe gebiedsgerichte aanpak moet ook een basis krijgen in de Wet bodembescherming. Dit zal naar verwachting in de loop van 2010 van kracht worden.

3.2

WKO-BELEID

3.2.1

HUIDIG BELEID

Bij open systemen wordt grondwater onttrokken en weer geïnfiltrerd in de bodem. In het kader van de Waterwet is het verboden om dit te doen voor een bodemenergiesysteem zonder daartoe strekkende vergunning van gedeputeerde staten. Alleen voor systemen met een debiet kleiner dan 10 m³ per uur kan de provincie hierop een uitzondering maken. Verder kan de provincie bij Provinciale Milieuverordening voorschriften opnemen waaraan vergunningen dienen te voldoen. Hiermee is ondanks uniformering een grote verscheidenheid aan aanpakken ontstaan.

De Waterwet is een kader voor integraal waterbeheer dat de betrokken overheden instrumenten geeft tegen wateroverlast, waterschaarste en waterverontreiniging. De benodigde inrichting en kwaliteit van het water kan bovendien worden gekoppeld aan gewenste maatschappelijke functies. De wet geeft daarmee een breed kader voor de afweging van alle aspecten rondom open systemen. Hierbij ligt de nadruk op waterkwantiteitseffecten zoals peil- en stijghoogteveranderingen, maar is ook oog voor milieuaspecten zoals opwarming, het aantrekken van verontreinigingen en lekkage. Het Bevoegd Gezag voor open systemen is anders dan veel andere onttrekkingen niet bij het waterschap, maar bij de provincie neergelegd. De voornaamste reden hiertoe is het feit dat het beleidskader rondom WKO nog niet uitontwikkeld is. Bovendien heeft de provincie veel specifieke kennis op dit vlak vergaard. Hoewel de vergunning provinciaal wordt afgehandeld, wordt gewerkt aan één gezamenlijk loket samen met de Omgevingsvergunning. Naast de provincie krijgt ook de gemeente een belangrijke rol als lokale regiovoerder en daardoor ook vaak als initiatiefnemer bij WKO. De gemeente staat centraal bij het verwezenlijken van haar klimaatdoelen en bij het ordenen van het gebruik van de ondergrond.

Op gesloten systemen wordt landelijk geen en provinciaal nauwelijks specifiek beleid gevoerd. Dit beperkt zich veelal tot een verbod in beschermde gebieden rondom drinkwateronttrekkingen. Reden hiervoor is dat een goed wettelijk kader voor gesloten systemen tot voor kort ontbrak.

3.2.2

NIEUWE BELEIDSONTWIKKELINGEN

Sinds 2008 is WKO ook landelijk een politiek thema geworden vanwege de bijdrage die deze techniek kan leveren aan de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Besloten is om een krachtige impuls te geven aan het gebruik van WKO door onder meer het zoveel mogelijk wegnemen van knelpunten rondom de vergunningverlening. Zeker voor kleinere systemen vormen de proceduretijd en de kosten regelmatig een reden om niet te kiezen voor WKO. Dit aanzienlijke effect is onder meer af te leiden aan de groei van heel kleine open WKO-systemen die niet onder vergunning vallen: deze is veel groter dan het rendement van deze systemen zou doen verwachten. Naast de procedure-tijden kunnen ook andere factoren een belemmerende invloed hebben op de groei van WKO. In maart 2009 heeft een bestuurlijke Taskforce WKO adviezen gegeven hoe dit aan te pakken en verdere kansen te benutten [lit.1]. Mede op basis van dit advies krijgt WKO een steviger positie in de wetgeving, zowel in de Waterwet als in de Wet bodembescherming.

Hierbij wordt onder meer de positie van open en gesloten systemen gelijkgetrokken, worden procedures rondom vergunningen versneld en wordt de locatie van WKO-systemen beter kenbaar door een algemeen geldende melding en registratie. Eventuele nadelige effecten van WKO op de bodem worden ondervangen door algemene regels en certificering van boringen en de hele keten van het ontwerp tot aan de verwijdering van systemen.

Naast wijzigingen in wetgeving wijst de Taskforce WKO op het belang van lokale regie op het gebruik van de ondergrond. Vergunningen worden normaliter verleend onder het motto 'wie het eerst komt, wie het eerst maalt'. Dit leidt echter niet automatisch tot een optimaal gebruik van de (op sommige plaatsen schaarse) ruimte in de ondergrond. In de praktijk wordt door gemeenten regelmatig gebruik gemaakt van masterplannen om tot regie te komen, waarin de ruimte die nodig is voor warme en koude bellen van WKO in een gebied zo goed mogelijk wordt verdeeld. Hiermee kan negatieve interferentie tussen systemen, waardoor het rendement van systemen omlaag gaat, worden voorkomen. Masterplannen kunnen bindend worden gemaakt, wanneer de provincie ze verheft tot provinciale beleidsregel bij de vergunningverlening. Op deze wijze kunnen gemeenten en provincies samen sturen op een optimaal gebruik van de ondergrond. Ook structuurvisies en bestemmingsplannen kunnen bij dit proces een rol spelen, met name in het aanwijzen van gebieden waar WKO wel en niet mag worden toegepast en onder welke voorwaarden. Veel provincies en gemeenten hebben in bodemvisies of omgevingsplannen al aangegeven welk beleid ze wensen te voeren ten opzichte van WKO.

Rondom drinkwateronttrekkingen blijft het beleid zeer terughoudend ten opzichte van WKO. In dit soort gebieden weegt het risico op het inbrengen of aanzuigen van verontreinigingen veelal niet op tegen de bereikte energiebesparing. Ook geeft het verwarmen en koelen van grondwater hier een extra kans op de groei en het langer overleven van schadelijke micro-organismen. Alleen in bijzondere gevallen en met maatwerk kan WKO in grondwaterbeschermingsgebieden en boringsvrije zones aan de orde komen. In de directe onttrekkingsgebieden is WKO niet aan de orde.

3.2.3

JURIDISCH KADER

Momenteel is de Waterwet het landelijke kader voor het afgeven van vergunningen voor open WKO-systemen, in combinatie met de provinciale milieuverordening. Gesloten systemen hebben geen juridisch kader, behalve in grondwaterbeschermingsgebieden of als onderdeel van een inrichting.

De nieuwe beleidsontwikkelingen zullen worden vastgelegd in een 'Besluit bodemenergie'. Dit besluit hangt onder de Waterwet en de aangepaste Wet bodembescherming. Met de Crisis- en herstelwet wordt de Wbb zodanig aangepast dat ook gesloten systemen, het doelmatig gebruik van bodemenergie en de interferentie tussen systemen onder de reikwijdte komen te vallen. Deze AMvB bodemenergie wordt verwacht in 2010-2011.

3.3 BELEID TEN AANZIEN VAN DE COMBINATIE WKO EN SANERING

3.3.1 NIEUWE BELEIDSONTWIKKELINGEN

Net als WKO, staat ook het combineren van WKO met bodemsanering stevig op de landelijke kaart. De mogelijke voordelen van een beter betaalbare diepe grondwatersanering enerzijds en een groter aantal toepassingslocaties voor duurzame energie uit WKO anderzijds, maken dat ook de Taskforce WKO heeft geadviseerd deze combinatie verder te bevorderen en te onderzoeken.

Gedurende lange tijd is de aanwezigheid van bodemverontreinigingen reden geweest om het gebruik van WKO te verbieden met het oog op verspreiding van de pluim. De Wet bodem-bescherming staat dit in beginsel niet toe. Rond 2007 is in dit denken een omwenteling gekomen, met de notie dat een combinatie van de twee technieken juist een heel gelukkige zou kunnen zijn. Bijvoorbeeld een intelligente opzet van WKO-putten kan voorkomen dat een verontreiniging zich ontoelaatbaar verspreidt. Bovendien leidt de invloed van warmte en vermenging naar verwachting tot een vergrote natuurlijke afbraak van verontreinigingen. Daar komt bij dat veel diepe verontreinigingen van het grondwater, voornamelijk VOCl-verbindingen (vluchtige organische chloorverbindingen) uit chemische waterrijen met reguliere saneringstechnieken, slechts beperkt en dan nog met hoge kosten aan te pakken zijn. Dit kan leiden tot maatschappelijk ongewenste stagnatie. Een aanpak met WKO-systemen biedt daarentegen mogelijk een saneringsmethode die zichzelf binnen vijf tot vijftien jaar terugverdient en daarbij ook nog klimaatvoordelen biedt. Het nieuwe beleid zet daarom ook in op het "Benutten en beschermen" van de ondergrond. Inmiddels worden de eerste combinatiesystemen aangelegd, onder meer in Eindhoven (Sanergy Strijp-S, zie §10.1) en Utrecht (Biowasmachine Stationsgebied, zie §10.4) en wordt onderzoek gedaan naar de daadwerkelijke gevolgen in het project 'Meer met bodemenergie'. Resultaten worden verwacht in 2011-2012. Deze resultaten zullen nadere invulling geven aan het beleid.

3.3.2 JURIDISCH KADER

De combinatieaanpak van WKO en sanering krijgt wettelijk meer ruimte door invoering van de gebiedsgerichte aanpak van grondwaterverontreinigingen, zoals hierboven reeds genoemd. Deze wordt verder uitgewerkt in de Handreiking gebiedsgericht grondwaterbeheer. Specifiek voor WKO betekent dit dat verspreiding en menging binnen het gebied worden toegestaan, mits de verontreiniging binnen de gebiedsgrenzen blijft. Dit maakt het eenvoudiger om WKO in pluimen te realiseren en de verwachte positieve combinatie-effecten te benutten. Ook grootschalige WKO-projecten, bijvoorbeeld voor een hele stadswijk, worden hierdoor eenvoudiger te realiseren, omdat individuele gevallen minder bepalend worden. Het is dan natuurlijk wel zaak dat goede afspraken worden gemaakt in het gebiedsplan over de rol van WKO en de te bereiken doelstellingen. Ook moeten eigenaars van een verontreinigd perceel willen meewerken, zodat in het gebied geen losse gevallen overblijven. Dit vraagt om een actieve rol van het Bevoegd Gezag.

3.3.3

BEHOEFTE AAN REGIE IN DE ONDERGROND

Meer dan bij gewone WKO-systemen zijn combinatiesystemen gebaat bij een duidelijke regie op het gebruik van de ondergrond. Gemeentelijke sturing met een bestemmingsplan of masterplan is niet alleen nodig voor het onderling ordenen van WKO-systemen en hun invloedsgebied, maar ook om de verontreinigingen niet alsnog de verkeerde kant op te trekken en zo het combinatiesysteem te ontregelen.

Hierbij moet ook rekening worden gehouden met andere onttrekkingen, zoals bouwputten. Gemeenten met ambities ten aanzien van combinatiesystemen zullen derhalve stappen moeten zetten om het gebruik van het grondwater in het betreffende gebied veilig te stellen. Gemeentelijke betrokkenheid is ook wenselijk in het realiseren van het proces.

Energie, bouw, projectontwikkeling, ruimtelijke ordening en bodemsanering komen niet spontaan bij elkaar. Dit is een complex proces met uiteenlopende doelstellingen en plannings, waarbij veelal ook nog verschillende grondeigenaren betrokken zijn. De gemeente speelt een belangrijke rol om deze werelden bij elkaar te brengen en te houden.

HOOFDSTUK

4 Stapsgewijs naar WKO in verontreiniging

4.1

WAAROM EEN GEFASEERD PROCES?

Bij de totstandkoming van een bodemenergiesysteem in of nabij verontreiniging zijn veel partijen en Bevoegde Gezagen betrokken. Dit houdt in dat een afweging van belangen moet worden gemaakt. Het bodemenergiesysteem moet niet alleen worden geoptimaliseerd vanuit het oogpunt van energie, maar moet bijvoorbeeld ook voldoen aan de regels die voortvloeien uit de Wet bodembescherming. Als leidraad voor het proces dat de partijen doorlopen van het allereerste initiatief tot een werkend bodemenergiesysteem is een vijftal procesfasen onderscheiden. Met de hierna beschreven procesfasen wordt beoogd om het overleg en het keuzeproces tussen de betrokken partijen te faciliteren en te vergemakkelijken.

Deze procesfasen en de onderliggende beslissingen en stappen zijn schematisch weergegeven in afbeelding 4.10. In dit hoofdstuk wordt toegelicht wat het doel is van de (opdeling in) verschillende fasen. Een gedetailleerde uitwerking van de fasen is als volgt terug te vinden in de volgende hoofdstukken:

| | |
|------------------------|----------------|
| Fase 0: Inventarisatie | (hoofdstuk 5); |
| Fase 1: Overleg | (hoofdstuk 6); |
| Fase 2: Systeemkeuze | (hoofdstuk 7); |
| Fase 3: Realisatiefase | (hoofdstuk 8); |
| Fase 4: Beheerfase | (hoofdstuk 9). |

4.2

HET DOEL VAN DE AFZONDERLIJKE FASEN**BETREKKEN PARTIJEN*****Fase 0: Inventarisatie; data en betrokken partijen***

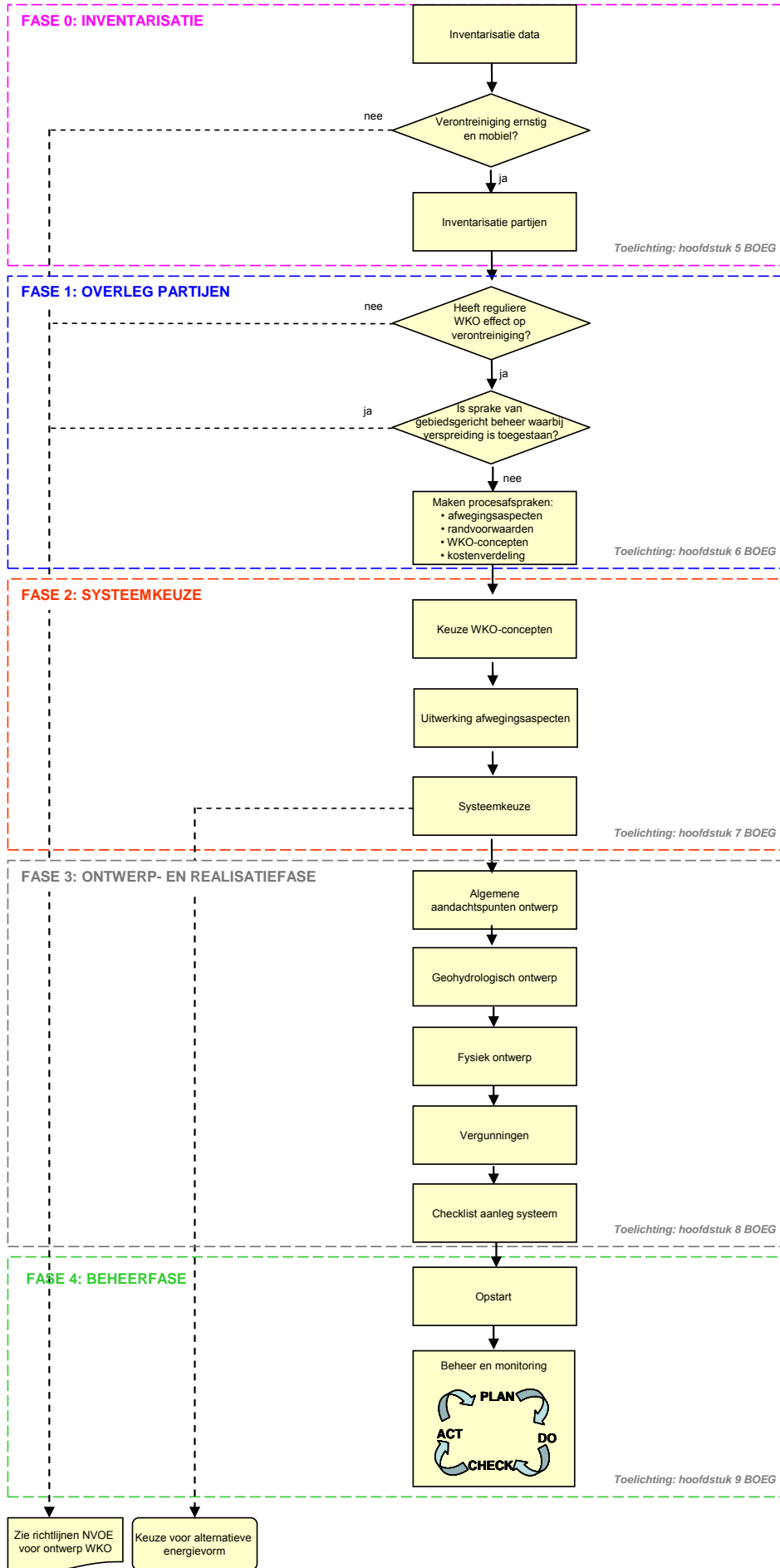
Een solide proces begint met het verzamelen van de juiste basisinformatie (bodempopbouw, verontreinigingsdata, et cetera). Omdat een goede belangenafweging essentieel wordt voor een goed eindresultaat, moet in een vroeg stadium worden nagedacht welke partijen moeten worden betrokken (zie hoofdstuk 5).

REGULIER KADER WKO OF NIET?***Fase 1: Overleg en procesafspraken***

Tijdens het overleg wordt met behulp van twee vragen nagegaan of een zorgvuldig keuzeproces nodig is, of dat kan worden volstaan met een regulier ontwerp voor een WKO. Het voornaamste doel van deze fase is om in overleg met de belanghebbenden af te spreken welk proces wordt doorlopen, welke afwegingsaspecten daarbij van belang zijn en hoe de kosten worden verdeeld over de partijen.

Afbeelding 4.10

Processchema BOEG



AFWEGINGSPROCES EN VOORKEURSKUZE

Als blijkt dat een reguliere WKO niet mogelijk is, moet in het overleg worden afgesproken welke afwegingsaspecten van belang zijn, en welke systeemconcepten mogelijk kunnen worden uitgewerkt. Door in een vroeg stadium goede afspraken te maken wordt het vervolgens mogelijk om op een vlotte wijze te komen tot een breed gedragen keuze voor een bepaald systeem. De afspraken voorkomen dat in een latere fase onenigheid ontstaat over de gevolgde werkwijze (zie hoofdstuk 6).

Fase 2: Systeemkeuze; afweging van concepten

Elke situatie is uniek. Meerdere principes van bodemenergie (WKO, recirculatie, monobron, et cetera) met het al dan niet hanteren van zuivering, kunnen worden vergeleken met de afgesproken set van afwegingsaspecten. De afwegingsaspecten zijn ingedeeld in baten en lasten, waarin duurzaamheidsaspecten een belangrijke rol spelen. Op basis van de balans tussen de baten en de lasten van elk concept, wordt in het overleg van de betrokken partijen besloten welk concept de voorkeur verdient. Deze werkwijze maakt inzichtelijk of een extra investering zich bijvoorbeeld terugbetaalt in significante milieuwinst (kosteneffectiviteit). (zie hoofdstuk 7).

Fase 3: Ontwerp en realisatie; handreikingen ontwerp, vergunningen en aanleg

Ontwerpfase

Als de systeemkeuze eenmaal is gemaakt, dan kan veelal worden aangesloten bij de reguliere ontwerpaspecten van WKO systemen. Verschil treedt op bij:

- materiaalkeuze (bestendigheid tegen verontreiniging);
- verstoppingsproblematiek (niet optimale geochemie);
- ontwerp geohydrologisch systeem (invloed op grondwaterstroming);
- effectenstudie.

Vergunningen en aanleg

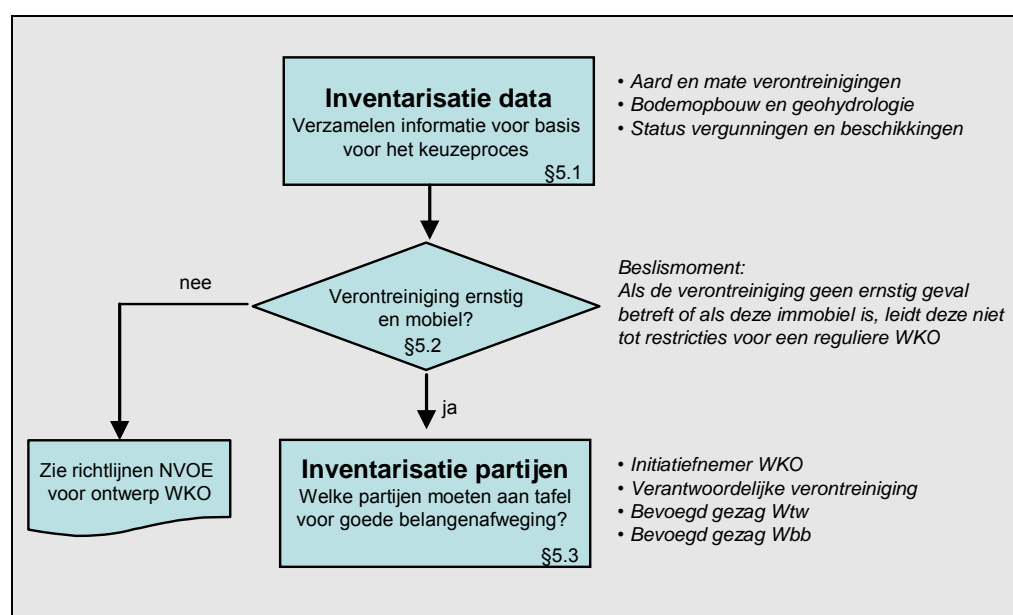
De vergunningenprocedure voor WKO systemen zal als gevolg van de Taskforce Bodemenergie veranderen. Als sprake is van verontreiniging is afhankelijk van de situatie een melding of een deelsaneringsplan nodig, waarin ook melding wordt gemaakt van de veiligheidsmaatregelen die worden getroffen voor het werken met verontreinigde grond en grondwater tijdens de aanleg. De huidige stand van zaken is besproken in hoofdstuk 8.

Fase 4: Beheer

Voor systemen in bodemverontreiniging geldt bovenop de reguliere beheersaspecten van WKO's dat nagegaan moet worden of de verontreiniging zich gedraagt zoals verwacht, of dat moet worden bijgestuurd. Dit vraagt om extra monitoring. De monitoring tijdens de opstart en de beheerfase is uitgewerkt in hoofdstuk 9.

HOOFDSTUK 5

Fase 0: Inventarisatiefase



5.1 INVENTARISATIE DATA

5.1.1 VERONTREINIGING

Aard en mate

Als een bodemenergiesysteem is voorzien in of nabij een grondwaterverontreiniging en dit systeem effect heeft op de verontreiniging is informatie over de aard en de mate van de verontreiniging noodzakelijk. Enerzijds vanuit juridisch oogpunt (*vergunningen zullen niet worden verleend in geval van onvolledige informatie*⁵) en anderzijds vanuit technisch oogpunt (*afstemmen van systeemkeuze en ontwerp bodemenergiesysteem op de verontreinigingssituatie*).

⁵ Een vergunning Wtw zal niet worden verleend als de mate van het effect van het bodemenergiesysteem op de verontreiniging niet bekend is en/of onvoldoende onderbouwd. Een vergunning Wbb (beschikking saneringsplan) zal niet worden verleend als de aard en mate van verontreiniging onvoldoende bekend is.

De volgende informatie over de verontreinigingssituatie is hierbij relevant:

- Met welke stoffen is de bodem verontreinigd?
- Is alleen het grondwater verontreinigd of ook de grond?
- Is de verontreiniging mobiel of immobiel?
- Wat zijn de verontreinigingsconcentraties?
- Is de verontreiniging horizontaal en verticaal afgeperkt?
- Hoe stroomt het grondwater?
- Treedt natuurlijke afbraak op van de verontreiniging?
- Is sprake van bedreigde objecten, op welke termijn?
- Is sprake van een gevals- of gebiedsgerichte aanpak?
- Zijn er al lopende saneringen op de locatie of in de directe omgeving?

In veel gevallen zal een uitgevoerd bodemonderzoek (verkenkend, nader- of saneringonderzoek) zijn ingediend bij het Bevoegd Gezag Wbb (Provincie of grotere gemeente). Deze bodemonderzoeken zijn openbaar en kunnen dus worden ingezien. In sommige gevallen is meer informatie bekend over de verontreinigingssituatie bij de partij die verantwoordelijk is voor de verontreiniging (in de regel de perceeleigenaar of de veroorzaker van de verontreiniging). Verder zijn veel gegevens beschikbaar over de ondergrond bij het Dinoloket (www.dinoloket.nl) en beschikken provincies en gemeenten vaak over specifieke informatie over de ondergrond onder meer verwerkt in kansencarten. Als onvoldoende gegevens beschikbaar zijn, zal een fysiek bodemonderzoek moeten worden uitgevoerd om de ontbrekende gegevens te verzamelen. De verantwoordelijkheid voor het bodemonderzoek ligt bij de eigenaar of verantwoordelijke voor de verontreiniging. Dit kan leiden tot vertraging voor de initiatiefnemer van de WKO. Degene die verplaatsing van een verontreiniging veroorzaakt (bijvoorbeeld de beheerder van een WKO) kan aansprakelijk worden gesteld.

MEDEWERKING VERANTWOORDELIJKE VERONTREINIGING

In verreweg de meeste situaties heeft de initiatiefnemer van de WKO de medewerking nodig van de verantwoordelijke van de verontreiniging. Dit geldt voor zowel de inventarisatiefase om de benodigde gegevens ten aanzien van de verontreinigingssituatie helder te krijgen, als voor de vergunningsprocedure (§5.3 en afbeelding 5.11). Het benoemen van de belangen van de verantwoordelijke voor de verontreiniging (*bijvoorbeeld: uitvoeren bodemonderzoek, opstellen saneringsplan, saneringsplicht*) en het benadrukken van mogelijke synergiekansen voor een gezamenlijke aanpak, kan bijdragen aan een soepele samenwerking tussen beide partijen.

In het geval dat sprake is van een verontreinigingssituatie die nader onderzocht moet worden, is formeel de eigenaar van de verontreiniging degene die hierin het initiatief moet nemen. Als geen sprake is van een persoonlijk belang of een wettelijk kader dat voorschrijft op korte termijn de verontreinigingssituatie inzichtelijk te maken, is de initiatiefnemer van de WKO in dit opzicht afhankelijk van de verantwoordelijke voor de verontreiniging. Het maken van procesafspraken (*bijvoorbeeld: over de verdeling van de kosten van het bodemonderzoek, vastleggen van de randvoorwaarden voor aanpak van de verontreiniging met WKO*) kan een belang creëren en leiden tot een vlotte uitvoering van het bodemonderzoek.

5.1.2

STATUS BESCHIKKINGEN WBB**BESCHIKKING ERNST & SPOEDEISENDHEID**

Als een WKO effect heeft op een in de omgeving aanwezige grondwaterverontreiniging is het van belang om na te gaan of al een beschikking Wbb is afgegeven voor de locatie. Uit een 'beschikking ernst en spoedeisendheid' kunnen vereisten voortvloeien die aangeven of en wanneer er een noodzaak is tot het treffen van actieve maatregelen. In geval van een spoedeisende sanering is sprake is van risico's voor de mens, het ecosysteem of van verspreiding van de verontreiniging. De 'Circulaire bodemsanering' schrijft voor dat deze risico's tijdig moeten worden weggenomen [lit.3]. Rekeninghoudend met de relatief lange levensduur van een WKO van circa 30 jaar zullen in alle spoedeisende saneringsgevallen maatregelen voor de saneringsaanpak (saneren of beheersen) deel uit moeten maken van het integraal ontwerp van het te realiseren bodemenergiesysteem.

BESCHIKKING SANERINGSPLAN

Een afgegeven beschikking op een saneringsplan beschrijft de randvoorwaarden waarbinnen een sanering moet worden uitgevoerd. Het inpassen van de WKO binnen deze randvoorwaarden van het saneringsplan is vanuit procedureel oogpunt de meest eenvoudige optie en levert daarmee een besparing op van de benodigde tijd en bijbehorende kosten voor de planfase en de procedure. Als het inzetten van WKO niet past binnen de gestelde randvoorwaarden in het beschikte saneringsplan kan een wijziging saneringsplan of een nieuw saneringsplan worden ingediend (afhankelijk van de benodigde mate van aanpassing van het initiële saneringsplan). Er kan worden volstaan met een relatief eenvoudige wijziging van het saneringsplan als de gekozen saneringsdoelstelling gehandhaafd blijft. In een wijziging saneringsplan wordt de impact van de WKO getoetst aan de randvoorwaarden van het saneringsplan. Een nieuw saneringsplan is alleen nodig als de baten en de lasten van saneringsmethoden moeten worden gewogen om een nieuwe saneringsdoelstelling vast te stellen⁶.

BESCHIKKING EVALUATIERAPPORT

Indien een beschikking is afgegeven op een evaluatierapport van een bodemsanering kan het zo zijn dat sprake is van verplichtingen omtrent de nazorg van aanwezige restverontreiniging. In dit geval zal vaak een nazorgplan zijn opgesteld waarin deze verplichtingen staan beschreven. Als nazorg van toepassing is, is het relevant om mogelijke implicaties van de voorziene WKO op de toekomstige nazorg en vice versa vast te stellen en hierover afstemming te bereiken met het Bevoegd Gezag (zie §6.3).

5.2

IS DE VERONTREINIGING ERNSTIG EN MOBIEL?**ERNSTIG GEVAL?**

Als een verontreiniging aanwezig is op of nabij de locatie waar WKO wordt overwogen, is het van belang of sprake is van een ernstige verontreiniging, en of deze mobiel is. Er is sprake van een ernstig geval van grondwaterverontreiniging als een volume groter dan 100 m³ is verontreinigd boven de interventiewaarde. Als geen sprake is van een ernstig geval, hoeft formeel geen sanerende actie te worden ondernomen om de verontreiniging te verwijderen. Daarom heeft een niet ernstig geval van grondwaterverontreiniging dan ook geen impact op een nabijgelegen WKO. Uitzondering hierop vormt de situatie waarin een WKO de omvang van een verontreiniging laat toenemen zodat hierdoor een ernstig geval ontstaat (*zie toelichting in tekstkader*).

⁶ Voor de afwegingsmethodiek wordt verwezen naar Praktijkdocument ROSA[lit.8]

MOBIEL VS IMMOBIEL

Tweede relevant aspect van een verontreiniging in relatie tot WKO is of de verontreiniging een mobiel of een immobiel karakter heeft. In §2.2 is aangegeven welke stofgroepen makkelijk met de grondwaterstroming meebewegen (mobiel zijn) en welke niet. In het dieptetraject waar WKO wordt toegepast worden doorgaans alleen de mobiele VOCI's aangetroffen. In uitzonderingsgevallen worden BTEXN of bijvoorbeeld arseen aangetroffen als relatief mobiele verontreiniging. Immobiele verontreinigingen bevinden zich doorgaans in de deklaag, en niet in de watervoerende pakketten waar WKO wordt toegepast en vormen daarmee geen restrictie voor WKO.

Resumé:

Enkel gevallen van ernstige, mobiele grondwaterverontreiniging interfereren met WKO en vallen daarmee binnen de context van BOEG.

LET OP: Aandachtspunt vanuit aansprakelijkheid is de situatie waarbij als gevolg van een WKO een ernstig geval van bodemverontreiniging kan ontstaan. Conform de Wet bodembescherming is sprake van een ernstig geval van bodemverontreiniging als het volume criterium voor de interventiewaarde wordt overschreden voor 100 m³ grondwater of voor 25 m³ grond. Wanneer als gevolg van een WKO een niet ernstig geval van verontreiniging toeneemt tot boven het volume criterium voor een ernstig geval van verontreiniging, dan kan de initiatiefnemer van WKO worden aangemerkt als de veroorzaker van een ernstig geval van verontreiniging. Bijvoorbeeld: een initieel verontreinigd grondwatervolume van 80 m³ (boven interventiewaarde) neemt als gevolg van WKO toe tot een grondwatervolume van 150 m³ (boven interventiewaarde). Als dit risico zich voordoet, dan kan in het geval van een klein, niet ernstig geval van bodemverontreiniging, niet zonder meer worden overgegaan naar een regulier ontwerp van een WKO conform NVOE richtlijnen.

5.3**INVENTARISATIE PARTIJEN**

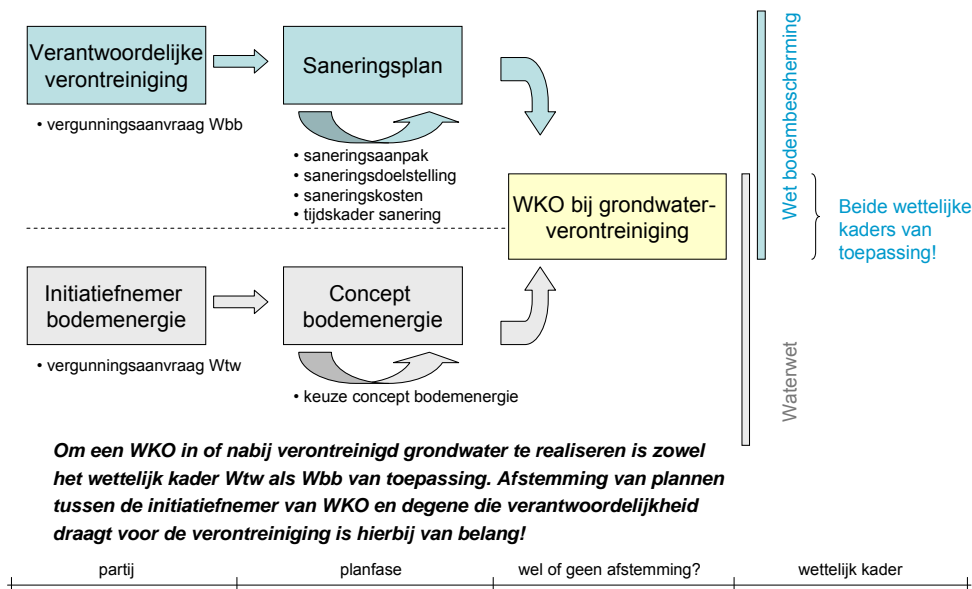
Voorafgaand aan de overlegfase (fase 1, zie hoofdstuk 6) moet de initiatiefnemer beslissen welke partijen hij aan tafel wil hebben, en op welk moment. In deze handleiding worden hiertoe handreikingen gedaan. In specifieke situaties kan het voor de hand liggen om hier van af te wijken.

Initiatiefnemer WKO en verantwoordelijke verontreiniging

Wanneer wordt overwogen om een WKO te realiseren die effect heeft op een nabij gelegen grondwaterverontreiniging, dan is de rolverdeling van de betrokken partijen vanuit de relevante wettelijke kaders van belang. Voor deze systemen is zowel het wettelijk kader Waterwet (Wtw) als Wet bodembescherming (Wbb) van toepassing. Belangrijke vraag is of vanuit vergunningsoogpunt sprake is van één partij, of dat sprake is van meerdere partijen die hun belangen moeten verenigen voor de vergunningsaanvragen (zie afbeelding 5.11).

Afbeelding 5.11

Schematisch overzicht
rolverdeling betrokken partijen
vanuit wettelijk kader



De initiatiefnemer voor bodemenergie is verantwoordelijk voor het ontwerp van de WKO en de vergunningsaanvraag Waterwet. Degene die verantwoordelijk is voor de grondwaterverontreiniging draagt vanuit de Wbb zorg voor de verontreiniging en is verantwoordelijk voor de vergunningsaanvraag Wbb door het indienen van een saneringsplan. In de situatie dat de initiatiefnemer van de WKO en de verantwoordelijke voor de verontreiniging dezelfde partij zijn, is afstemming tussen beide planfasen en bijbehorende vergunningsaanvragen relatief eenvoudig. Als de initiatiefnemer van de WKO en de verantwoordelijke voor de verontreiniging *niet* dezelfde partij zijn, kan een WKO alleen worden gerealiseerd als de plannen van beide partijen op elkaar aansluiten. Ofwel, de initiatiefnemer van de WKO heeft de medewerking van de verantwoordelijke voor de verontreiniging nodig. In onderling overleg moet worden afgesproken hoe wordt voldaan aan de randvoorwaarden van de Wbb. Uitzondering hierop is de situatie dat het bodemenergiesysteem past binnen de randvoorwaarden van een reeds beschikt saneringsplan. Het is overigens niet zo dat de probleembezitter alleen maar moet vrezen voor de gevolgen van de WKO. Bij een juiste aanpak kan een WKO een duidelijk positief effect hebben op de omvang en de concentratie van de verontreiniging, en zijn beide partijen gebaat bij een goede samenwerking.

COMBINATIESYSTEEM:
vergaande samenwerking

Een vergaande vorm van samenwerking tussen de initiatiefnemer van de WKO en de verantwoordelijke voor de verontreiniging is de keuze voor een combinatiesysteem. Bij een combinatiesysteem wordt gestreefd naar synergie tussen een open systeem en sanering. Ofwel: een sanerend bodemenergiesysteem. Het effect hiervan is dat de sanering en/of het beheer rendabeler wordt en dat de locatie geschikt wordt om duurzame energie te winnen uit de bodem. Door het zoeken naar een balans tussen energiewinning uit grondwater en sanering kan het zijn dat zowel het saneringsrendement als het energierendement iets lager liggen dan bij realisatie van afzonderlijke systemen. Daar staat tegenover dat een combinatiesysteem financieel aantrekkelijk kan zijn voor beide partijen en dat nuttig gebruik kan worden gemaakt van verontreinigd grondwater voor duurzame energiewinning.

INITIATIEFNEMER VS BEHEERDER: ZELFDE PARTIJ, OF NIET?

Niet in alle gevallen is de initiatiefnemer van de WKO ook de partij die het systeem gaat beheren tijdens de exploitatiefase. Vergaande commitment om het systeem tijdens de operationele fase te laten draaien zoals dat wordt beoogd tijdens de planfase, draagt bij aan het borgen van de doelstellingen vanuit zowel energieoogpunt als saneringsoogpunt. Als de initiatiefnemer van WKO dezelfde partij is als de beheerder van de WKO, is deze commitment logischerwijs geborgd. Als de beheerder van het systeem niet dezelfde partij is als de initiatiefnemer van de WKO, kan het betrekken van de beheerder bij het keuzeproses een positieve bijdrage leveren aan de te behalen doelstellingen tijdens de exploitatiefase. Aandachtspunt hierbij is wel dat de beheerder veelal (nog) niet bekend is tijdens de initiatiefase. Het verdient in deze gevallen de voorkeur om (indien mogelijk) de beheerder eerder te betrekken in het proces, of minimaal zorg te dragen dat de expertise en visie van een beherende partij wordt meegewogen bij de systeemkeuze en bij het ontwerp van een WKO-systeem.

Bevoegde Gezagen

Het Bevoegde Gezag voor de Waterwet aangaande bodemenergie ligt bij de provincies. De provincies en 29 grote gemeenten zijn BG voor de Wet bodembescherming. Het komt daarom vaak voor dat het BG op een verschillend niveau ligt. Als daarnaast sprake is van kleinere onttrekkingen of lozing op het oppervlaktewater, dan is ook het Waterschap een te betrekken partij. Voor dit onderwerp moeten de overheden samenwerken.

HET BODEMCONVENANT

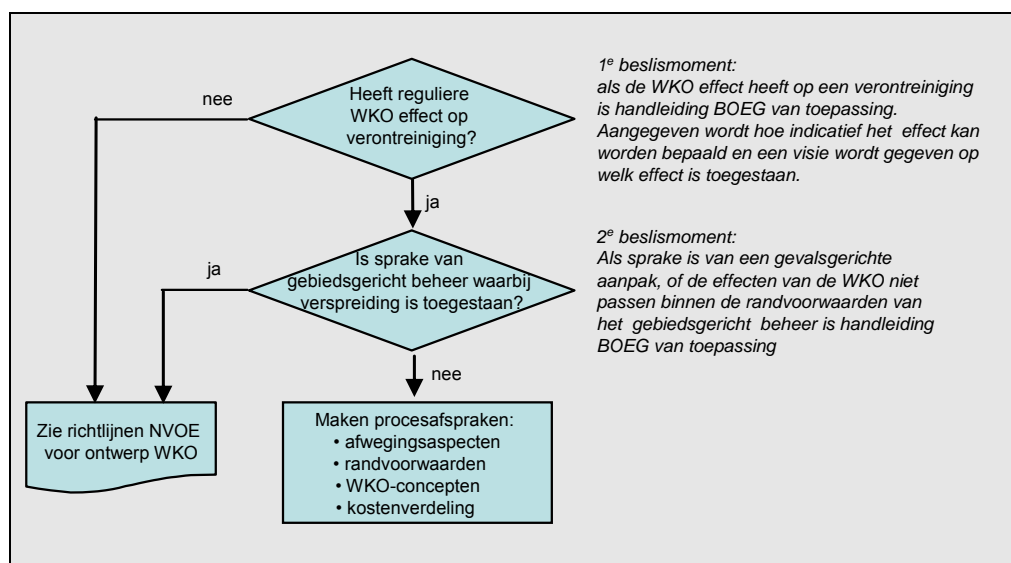
Het Bodemconvenant van 10 juli 2009 (Convenant Bodemontwikkelingsbeleid en Spoedlocaties) is een afspraak tussen deze partijen, waarbij wordt gestreefd naar een integrale afweging van de belangen in de ondergrond [lit.2]. De samenwerking tussen sectoren en departementen is daarmee versterkt, en het beleid wordt afgestemd. In de meeste provincies wordt gewerkt aan bodemvisies, waarin bodemenergie een belangrijke plaats heeft.

GRONDWATERBESCHERMINGS- GEBIEDEN EN GEBIEDSGERICHT BEHEER

In vrijwel alle situaties zijn Bodemenergiesystemen in Grondwaterbeschermingsgebieden niet toegestaan. Als wordt besloten om in een dergelijk geval alleen grondwater te onttrekken voor sanering en winning van bodemenergie, dan kan deze situatie veranderen. In de toekomst zal in het stedelijk gebied steeds vaker sprake zijn van gebiedsgericht beheer. Naar het zich laat aanzien worden door de bevoegde overheden gebiedsbeheerders aangewezen. Naar verwachting wordt de gebiedsbeheerder gedelegeerd BG, en moet daarom worden betrokken.

HOOFDSTUK

6 Fase 1: Overleg betrokken partijen



In essentie bepalen twee vragen of een regulier ontwerp van een WKO kan worden gemaakt conform het gebruikelijke ontwerpproces voor een WKO installatie (zie richtlijnen NVOE), of dat een meer zorgvuldig afwegingsproces moet worden gevolgd:

WBB OF NIET?

1. Wet bodembescherming of niet? De vraag of rekening moet worden gehouden met de Wbb komt feitelijk neer op de vraag of een reguliere WKO invloed heeft op de aanwezige bodemverontreiniging.

GEBIEDSGERICHT BEHEER OF GEVALSGERICHTE AANPAK?

2. Gebiedsgericht beheer of gevalsgerichte aanpak? Bevindt de locatie zich in een systeemgebied waar een gebiedsgerichte aanpak geldt?

Als de WKO invloed heeft op de bodemverontreiniging, en deze invloed is ook niet toegestaan in het kader van de gebiedsgerichte aanpak, dan is een standaardontwerp niet meer mogelijk, en moet het in deze handleiding beschreven proces worden doorlopen. Dit proces is grotendeels afgeleid van het Afwegingsproces Saneringsdoelstelling voor mobiele verontreinigingen in de ondergrond [lit.8] en www.skbodernl.

In dit hoofdstuk worden de twee vragen verder toegelicht, en wordt aangegeven welke afspraken vervolgens moeten worden gemaakt ter voorbereiding op de voorkeurskeuze.

6.1

HEEFT REGULIERE WKO EFFECT OP VERONTREINIGING?

Als het effect van een reguliere WKO op een grondwaterverontreiniging is toegestaan, dan kunnen de gebruikelijke ontwerpregels worden gehanteerd, zoals deze zijn geformuleerd in de Richtlijnen WKO van de NVOE [lit.5]. Als het afwezig zijn van ontoelaatbare effecten is aangetoond, dan hoeft verder geen rekening te worden gehouden met de melding of vergunningverlening in het kader van de Wet bodembescherming, en dan is het niet noodzakelijk om de verantwoordelijke voor de verontreiniging en het Bevoegd Gezag Wbb nauw te betrekken bij het keuze- en ontwerpproces. De handleiding BOEG hoeft dan feitelijk niet meer te worden gevolgd.

6.1.1

WELK EFFECT HEEFT WKO OP DE VERONTREINIGING?

Bij een WKO met een neutrale grondwaterbalans zijn de grondwaterbewegingen in de zomer en in de winter tegengesteld aan elkaar. Als de natuurlijke grondwaterstroming gering is, en de verontreiniging volledig met de grondwaterbeweging mee beweegt, dan zal de netto verspreiding in theorie te verwaarlozen zijn. De verontreiniging die zich bevindt in het invloedsgebied van een WKO wordt immers afwisselend aangetrokken en weggeduwd, op- en afgaand met de seizoenen. In veel voorkomende gevallen zal de grondwaterverontreiniging zich dan ook slechts in beperkte mate verplaatsen door de WKO.

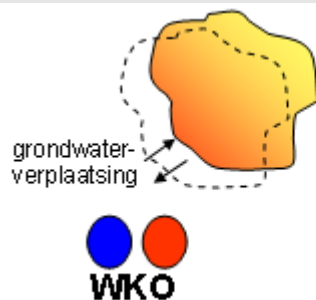
Intermezzo

Een eenvoudige formule die een eerste inschatting geeft voor de grondwaterverplaatsing in een seizoen is:

$$\text{grondwaterverplaatsing} = r - \left(\sqrt{r^2 - \frac{Q}{\pi \cdot h \cdot \eta}} \right)$$

- r** = afstand tot onttrekking/infiltratie (m)
Q = verplaatste grondwaterhoeveelheid per seizoen (m³)
h = filterlengte (m)
η = porositeit (-)

Als voor r de afstand tussen de grondwaterverontreiniging en de bronfilters wordt ingevuld, dan geeft deze formule een ruwe inschatting van de verplaatsing van het grondwater ter plaatse van de verontreiniging. Als de term onder het wortelteken 0 wordt, dan wordt daadwerkelijk verontreinigd grondwater opgepompt (als geen sprake is van retardatie.)

Voorbeeld berekening grondwaterverplaatsing door bodemenergiesysteem**Uitgangspunten:**

- Afstand verontreiniging tot warmtebron is 100 meter
- Verplaatste waterhoeveelheid per seizoen is 110.000 m³
- Filterlengte bronnen is van 50 tot 100 m-mw
- Porositeit is 0,3
- Retardatiefactor is 3

$$\text{grondwaterverplaatsing} = 100 - \left(\sqrt{100^2 - \frac{110.000}{\pi \cdot 50 \cdot 0,3}} \right) \approx 12 \text{ meter}$$

De verontreiniging heeft een retardatiefactor⁷ van 3, en verplaatst zich 3 keer zo langzaam als het grondwater. Volgens deze aanname zal de verontreiniging zich elk seizoen circa 4 meter verplaatsen. In het winterseizoen naar de bron toe en in het zomerseizoen van de bron af.

In de praktijk zijn er echter 3 effecten die kunnen leiden tot verspreiding:

- Een ongelijke waterbalans tussen zomer- en winterseizoen.
- Een sterke optredende grondwaterstroming.
- Mate van sorptie of hechting van de verontreiniging aan de bodemmatrix.

Bij een ongelijke waterbalans wordt verontreiniging, die in een seizoen is “weggeduwd”, in het volgende seizoen niet helemaal teruggehaald. Omdat in het daarna volgende seizoen de verontreiniging wederom wordt weggeduwd, verdwijnt dit deel van de verontreiniging in theorie uit de invloedssfeer van de WKO. Dit effect is afhankelijk van de onbalans, maar zal in de meeste gevallen beperkt zijn. Dit effect geeft aan dat een neutrale grondwaterbalans een belangrijke randvoorwaarde kan zijn bij het ontwerp van een WKO met grondwaterverontreiniging.

N.B. Het netto onttrekken van grondwater uit het systeem (ook een vorm van een ongelijke waterbalans, maar in essentie anders dan in deze alinea wordt bedoeld) kan juist een positieve bijdrage leveren aan het beheerseffect van een verontreiniging (zie §8.2.2).

In het geval dat de optredende grondwaterstroming (zonder invloed WKO) significant is ten opzichte van de grondwaterbeweging door WKO's, kan sprake zijn van extra verspreiding van verontreiniging door de WKO. Het effect van een winter- en een zomerseizoen is dan niet meer tegengesteld. Of daadwerkelijk sprake is van significante extra verspreiding is vooral afhankelijk van de ‘natuurlijke’ verspreiding van de verontreiniging. Als al sprake is van een zogenaamde stabiele, milieuhygiënisch acceptabele eindsituatie (een stationaire of krimppluim), dan betekent dit in de meest voorkomende gevallen dat de verontreiniging van nature afbreekt. De extra invloed van de WKO is beperkt, en vergelijkbaar met de situatie hierboven. De natuurlijke afbraakprocessen beperken de afstand waarover de verontreiniging door de grondwaterstroming wordt verspreid.

De meest relevante verontreinigende stoffen in de watervoerende pakketten waar WKO wordt toegepast zijn de vluchtige koolwaterstoffen, ofwel VOCI (PER, TRI, CIS en VC). Gemiddeld bewegen deze stoffen zich 1,5 tot 2,5 keer langzamer dan de grondwaterstroming, doordat ze zich hechten aan de bodemdeeltjes. Gemiddeld betekent dat sommige deeltjes zich nagenoeg niet bewegen, en anderen zich vrijwel volledig met het grondwater meebewegen. Dit effect leidt ertoe dat de verontreiniging door een “jutterende” WKO aan de randen wordt uitgesmeerd en iets in omvang kan toenemen. Het effect wordt verminderd doordat de natuurlijke afbraak in deze zone wordt versterkt door mengprocessen.

⁷ De stromingssnelheid van een verontreiniging (stoftransport) is kleiner dan de stromingssnelheid van het grondwater. Reden hiervoor is adsorptie van de verontreiniging aan de vaste fase (gronddeeltjes). Dit proces noemen we retardatie. In dit rekenvoorbeeld is voor de verontreiniging een retardatiefactor van 3 aangehouden. Dit betekent dat de verontreiniging zich 3 keer zo langzaam verplaatst als het grondwater. De mate van retardatie is afhankelijk van het type verontreiniging en de bodemopbouw.

Met grondwater- en stoftransportmodellen kan de resulterende verplaatsing van de verontreiniging worden gesimuleerd. Ook een eenvoudige handsom (zie boven) kan volstaan, als hieruit al blijkt dat de verplaatsing in een seizoen bijvoorbeeld minder is dan enkele meters.

6.1.2

WELK EFFECT IS TOEGESTAAN?

De huidige Nederlandse regelgeving biedt speelruimte, en er is geen keiharde randvoorwaarde vastgelegd voor de (extra) verspreiding van de verontreiniging. De huidige Wet bodembescherming en de Circulaire Bodemsanering 2009 geven aan dat de “verspreiding van restverontreiniging moet worden beperkt” en dat moet worden gestreefd naar een “stabiele, milieuhygiënisch acceptabele eindtoestand” [lit.3]. Vervolgens wordt meer en meer gelet op duurzaamheid als overkoepelend mechanisme. Kern van de huidige visie op de ondergrond is immers “Benutten, Beschermen én Verbeteren”. Zoals al eerder opgemerkt is het ook niet zo dat de verhoogde dynamiek van een WKO per definitie een negatief effect heeft op de omvang en concentratie van de verontreiniging. Op dit moment vindt onderzoek plaats naar de invloed van de verhoogde dynamiek op de natuurlijke afbraak van verontreiniging (zie hoofdstuk 11).

WAT IS TOEGESTAAN?

In het huidige beleidsklimaat waarin het benutten van de ondergrond een belangrijke plaats inneemt, is een geringe additionele verspreiding van de verontreiniging in het licht van het overkoepelende duurzaamheidsbelang doorgaans bespreekbaar. Daarbij worden voorwaarden gesteld aan de monitoring van de verontreiniging. Extra verspreiding luistert kritischer als sprake is van kwetsbare objecten in de omgeving (zoals grondwater-beschermingsgebieden, drinkwaterwinningen). Als sprake is van een gebiedsgerichte aanpak, dan is het mogelijk dat extra verspreiding niet of nauwelijks aan limieten is gebonden. Dit wordt in de volgende paragraaf uiteengezet.

6.2

GEBIEDSGERICHT BEHEER OF GEVALSGERICHTE AANPAK?

GEBIEDSGERICHT BEHEER EN BODEMENERGIE

Als duidelijk is dat een WKO invloed gaat hebben op een grondwaterverontreiniging, is de volgende stap dat duidelijk moet worden welke randvoorwaarden van toepassing zijn voor wat betreft de verontreiniging voortvloeiend uit de Wbb. De allereerste vraag hierbij is of het geval (de gevallen) van bodemverontreiniging gevalsgericht of gebiedsgericht moet worden benaderd. Zeker bij binnenstedelijke gebieden is vaak sprake van omvangrijke en overlappende verontreinigingen. Bij gebiedsgericht beheer ligt de focus op het beheren van een groter systeemgebied waarbij de doelstelling is dat de verontreinigingen zich niet verder verspreiden buiten de grenzen van het systeemgebied. Door inzet van gebiedsgericht beheer wordt het mogelijk om in gebieden met grootschalig verontreinigd grondwater activiteiten te ontplooiën in de ondergrond, zoals WKO. De gebiedsgerichte aanpak heeft als doel om het benutten van de ondergrond mogelijk te maken. Dit heeft tot gevolg dat in een systeemgebied tot op zekere hoogte het verpompen cq. verspreiden van verontreinigd grondwater *binnen* de systeemgrenzen van het gebiedsgericht beheer is toegestaan, mits dit niet leidt tot verspreiding van verontreiniging *buiten* de systeemgrenzen. De omgeving buiten het systeemgebied moet immers worden beschermd.

RESUMÉ: Als sprake is van gebiedsgericht beheer waarbij verspreiding van verontreiniging is toegestaan, dan zijn nagenoeg geen barrières aanwezig om WKO te realiseren. De reikwijdte van handleiding BOEG beperkt zich in deze situaties daarmee onder andere tot de afweging of de voorziene WKO past binnen het Wbb-plan (zie deze paragraaf) en tot enkele

locatiespecifieke ontwerpaspecten (H8: bijvoorbeeld materiaalkeuze, doorboren van scheidende lagen, etc.).

GEBIEDSGERICHT:
in ontwikkeling
(waarschijnlijk te zijner tijd
melding)

Vergunningsprocedure Wbb: gebiedsgericht beheer versus gevalsgerichte aanpak

Op dit moment is de gebiedsgerichte aanpak nog in ontwikkeling. Medio 2010 wordt een wetsvoorstel van VROM verwacht met aanpassingen van de Wbb gericht op gebiedsgericht beheer. Uit de concept beleidsnotitie blijkt dat wanneer een open bodemenergiesysteem wordt overwogen op een locatie waarvoor gebiedsgericht beheer geldt, het systeem moet passen binnen de eisen die gesteld zijn in het Wbb-plan dat is opgesteld voor het systeemgebied [lit.4]. In hoeverre verspreiding binnen een systeemgebied wordt toegestaan kan verschillen. Tijdens het overleg met het Bevoegd Gezag moet worden nagegaan of een reguliere WKO is toegestaan, of dat restricties gelden in het systeemgebied. Naar verwachting kan na doorvoering van het wetsvoorstel voor het Bevoegd Gezag Wbb worden volstaan met een melding of een wijziging Wbb-plan.

GEVALSGERICHT:
vergunning (saneringsplan)

Als een open bodemenergiesysteem effect heeft op een verontreiniging waar een reguliere gevalsgerichte aanpak van toepassing is, moet een vergunningsaanvraag Wbb worden ingediend via een saneringsplan (zie §8.4.2).

6.3 PROCESAFSPRAKEN TUSSEN PARTIJEN

6.3.1 WAT KOMT TER SPRAKE?

Tijdens het eerste overleg van de betrokken partijen kunnen de volgende onderwerpen aan de orde komen:

- 1 Informatie.
 - 1.1 Initiatiefnemer: Voornemen en achtergrondinformatie.
 - 1.2 Bevoegd Gezag: Randvoorwaarden en relevante omgevingsfactoren.
 - 1.3 Overigen (waterschap, eigenaar, grondwatergebruikers, ev. burenen).
- 2 Beslismomenten.
 - 2.1 Heeft reguliere WKO effect op verontreiniging?
 - 2.2 Wel of geen gebiedsgericht beheer?
 - 2.3 Gevalsgericht aanpak nodig? (zo nee, regulier ontwerp).
- 3 Relevante afwegingsaspecten (afgeleid van ROSA, [lit.8]) en randvoorwaarden.
 - 3.1 Baten: Afname verontreiniging en aansprakelijkheden, toename gebruiksmogelijkheden, besparing (verbruik en emissies).
 - 3.2 Lasten: Kosten, Faalrisico's, Nazorg en Overlast.
- 4 Mogelijke concepten of systeemkeuzen.
- 5 Afbreukcriterium: randvoorwaarden keuze alternatieve energiebron voor WKO.
- 6 Kostenverdeling tussen partijen.
- 7 Keuzeprocessen en wijze voorkeurskeuze.

De afwegingsaspecten, de systeemconcepten en de wijze van voorkeurskeuze worden in het volgende hoofdstuk uitgewerkt. Het is van belang dat alle partijen het voorgestane keuzeprocessen en de afwegingsaspecten onderschrijven. Tijdens het overleg komt ter sprake welke concepten (§7.1) mogelijk zijn en welke afwegingsaspecten (§7.2) van belang zijn en welke prioriteiten ze door de partijen worden gegeven.

6.3.2

KOSTENVERDELING

Tijdens het eerste overleg is het ook belangrijk dat de partijen afspraken maken over de kostenverdeling van een te realiseren bodemenergiesysteem. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in onder andere de kosten voor de vergunningverlening en de kosten voor ontwerp en realisatie van het systeem. Onder reguliere omstandigheden worden deze kosten gedragen door de initiatiefnemer van de WKO. Mogelijk is als gevolg van de aanwezigheid van een grondwaterverontreiniging sprake van meerkosten ten opzichte van een reguliere WKO. Deze meerkosten vallen mogelijk geheel of deels op conto van de verantwoordelijke voor de verontreiniging.

Een goed functionerend bodemenergiesysteem heeft een relatief korte terugverdientijd ten opzichte van de levensduur van het systeem. Dit betekent dat het systeem na enige jaren geld oplevert tijdens de exploitatiefase. Met een efficiënte aansturing van het systeem kan deze winst verder gemaximaliseerd worden. Door in een vroeg stadium heldere afspraken te maken over de verdeling van de kosten en opbrengsten van het systeem, kan onenigheid in een latere fase worden voorkomen.

De totale kosten en de kostenverdeling over de partijen kan sterk verschillen, afhankelijk van de belangen en verantwoordelijkheden van de betrokken partijen. Behalve de initiatiefnemer van de WKO en de verantwoordelijke voor de verontreiniging kan de exploitant van het energiesysteem – mits bekend in dit stadium – ook worden betrokken in deze fase.

6.3.3

AFBREUKCRITERIUM: WANNEER VALT DE KEUZE NIET OP WKO?

In handleiding BOEG ligt de focus op het benoemen van kansen voor realisatie van bodemenergiesystemen. Echter, in sommige situaties kan het zo zijn dat de keuze voor een alternatieve energiebron vanuit het overall milieubelang een logischer keuze is. Om deze reden biedt het meerwaarde als de initiatiefnemer van de WKO zich tijdens de verschillende procesfasen afvraagt of WKO nog steeds de preferente energiebron is voor verwarming en koeling van gebouwen. Er kunnen gaandeweg het proces immers situaties ontstaan die de toepassing van bodemenergie meer of minder rendabel maken in relatie tot alternatieve energievoorzieningen (*bijvoorbeeld: zongericht verkavelen, windenergie, geothermie, conventionele verwarming/koeling, et cetera*).

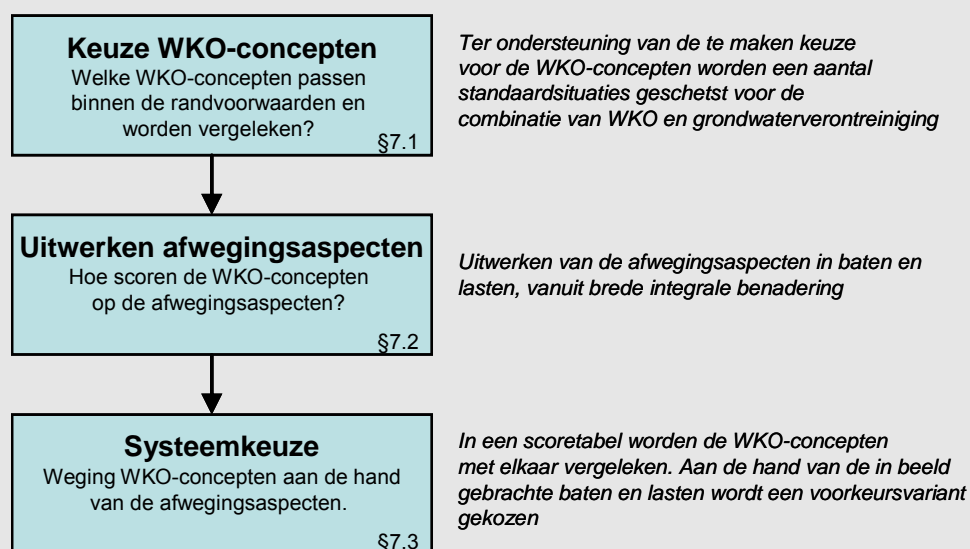
Samen met de overige betrokkenen in het proces stelt de initiatiefnemer voor WKO de afwegingsaspecten vast op basis waarvan de gewenste (duurzame) energievoorziening wordt beoordeeld. Bij de afweging van bodemenergieconcepten (*hoofdstuk 7: Systeemkeuze*) is een stap ingebouwd die ruimte laat voor het meewegen van een alternatief (duurzaam) energieconcept in plaats van bodemenergie. De weging van deze energieconcepten aan de hand van de afwegingsaspecten, geeft niet alleen inzicht in het preferente energieconcept, maar ook in het afbreukcriterium voor WKO.

HOOFDSTUK

7

Fase 2: Systeemkeuze

Het afwegingsproces dat leidt tot de keuze voor een WKO-systeem is uiteen te rafelen in de volgende stappen:



In de navolgende paragrafen 7.1 tot en met 7.3 worden deze onderdelen achtereenvolgens toegelicht.

7.1 WKO-CONCEPTEN

7.1.1 CONCEPTUEEL MODEL EN VARIANTKEUZE

Binnen de randvoorwaarden van de door de betrokken partijen geformuleerde eisen en wensen worden enkele concepten (varianten) gekozen die WKO en saneren in meer of mindere mate combineren. Om de keuze voor deze varianten te kunnen maken is het van belang om een conceptueel (denk)model te hebben van de ondergrond en de verontreiniging, met daarin de beschikbare bewegingsvrijheid om de WKO en de impact van de WKO op de verontreiniging.

Conceptueel model

Het conceptuele model dient als basis voor de keuze van de varianten en de daarbij behorende doelstellingen voor duurzame energielevering en het beheer van de verontreiniging.

Het conceptueel model omvat:

1. uitgangspunten en randvoorwaarden;
2. verwachting interactie WKO en bodemverontreiniging;
3. omgevingssituatie.

Ad 1

Deze gegevens vormen het 'kader' van het conceptueel model:

- In welk bodemtraject is WKO toegestaan volgens het Provinciaal grondwaterplan?
- Wat is de gewenste energievraag en welk grondwaterdebiet is daar voor nodig?
- Gegevens geohydrologie, bodemopbouw en verontreinigingssituatie, verwachting ten aanzien van natuurlijke bodemprocessen en afbraak van de verontreiniging.
- Is veel vrije ruimte voor de inpassing van WKO bronnen, of zijn de bronposities vrijwel 'vaste' plaatsen?

Ad 2

In het geval een bodemenergiesysteem wordt gepland in of nabij een grondwaterverontreiniging is de belangrijkste beslissing die moet worden genomen de keuze tussen het wel of niet verpompen van verontreinigd grondwater. Ofwel, de keuze moet gemaakt worden tussen het combineren van bodemenergie en grondwatersanering in 1 concept (combinatiesysteem), of het zodanig ontwerpen van het bodemenergiesysteem dat dit geen ontoelaatbaar effect heeft op de verontreiniging.

Op basis van inpassing van WKO in de ondergrond kan een uitspraak gedaan worden over de invloed van het WKO-systeem op de aanwezige verontreiniging:

- Welk effect heeft een WKO-variant op de verontreiniging?
- Wil ik dit effect minimaliseren of niet, rekening houdend met de randvoorwaarden?
- Wil ik WKO en saneren combineren of juist niet?
- Kan en wil ik de verontreiniging 'ontwijken' door de WKO in horizontale of verticale richting te verplaatsen zodat geen sprake meer is van een effect op de verontreiniging?

Ad 3

De omgevingsaspecten geven aan welke vrijheid of restricties gelden in ruimtelijke zin:

- beschikbare ondergrondse ruimte (overige grondwatergebruikers, grondwaterbeschermingsgebieden);
- verwachte ontwikkelingen op beleidsvlak;
- verwachte ontwikkelingen in de ondergrond (verandering debieten grondwateronttrekkingen, ondergrondse bouwwerken, naburige WKO-systemen).

Keuze WKO-varianten

In het keuzeprocess dat leidt tot de voorkeursvariant is het belangrijk te realiseren dat de uiteindelijke systeemkeuze sterk bepalend is voor het te behalen energierendement en het effect op de verontreiniging. De randvoorwaarden en prioritering van de afwegingsaspecten geven een indicatie hoe deze soms tegenstrijdige doelstellingen zich tot elkaar verhouden. Om heldere afspraken te maken tussen de partijen over hoe deze doelstellingen (energieierendement versus saneringsrendement) zich tot elkaar verhouden, biedt het meerwaarde als de partijen hun visie hierover vastleggen. Deze gezamenlijke visie kan in een later stadium als basis dienen voor een op te stellen plan van aanpak voor de monitoring en aansturing van het bodemenergiesysteem (zie hoofdstuk 9).

Bij de keuze van de varianten wordt in elk geval de energetisch meest wenselijke variant beschreven (*energievariant*) voor zover dit past binnen de randvoorwaarden. Daarnaast wordt een variant uitgewerkt met een minimaal effect op de verontreiniging (*Wbb-variant*) en een variant die zoveel mogelijk tegemoet komt aan de eisen en wensen van de betrokkenen. Dit betekent dat minimaal drie varianten worden uitgewerkt.

Toelichting:

In het algemeen kan een WKO-systeem het meest efficiënt worden gerealiseerd, als geen rekening hoeft worden gehouden met verontreiniging. Dit is echter alleen mogelijk als de locatie en de verontreiniging voldoende ruimte bieden om de WKO dermate ruim aan te leggen vanaf het verontreinigde grondwater, dat de omvang van de verontreiniging niet of nauwelijks zal toenemen. De grootte van het invloedsgebied van de WKO is van wezenlijk belang. Het kan echter zinvol zijn om een reguliere WKO in de vergelijking op te nemen, zodat zichtbaar wordt welke inspanningen nodig zijn om de invloed op de verontreiniging op te heffen (deze reguliere WKO is in dit geval één van de 3 varianten).

Vanuit een meer integrale benadering kan het echter wel degelijk voordelen opleveren om een WKO te gebruiken om een grondwaterverontreiniging aan te pakken. Te denken valt aan een overall positiever milieurendement, een mogelijke overall kostenbesparing en het creëren van gebruiksmogelijkheden van de verontreinigde ondergrond. Wel zijn in dat geval meer vergunningen en beschikkingen nodig, en moeten verschillende overheden op één lijn worden gebracht.

In de volgende paragrafen worden handvatten aangereikt voor de gedachtevorming van het conceptueel model. Aan de hand van geschematiseerde standaardsituaties wordt aangegeven of een bodemenergiesysteem los van de grondwaterverontreiniging kan worden ontwikkeld, of dat een combinatie nodig of zinvol is (§7.1.2 en §7.1.3).

De standaardsituaties worden afgeleid uit het verticale bodemprofiel en de horizontale geometrie van de locatie. In §7.1.4 worden een 4-tal conceptoplossingen voor combinaties van WKO en grondwaterverontreiniging beschreven.

7.1.2

STANDAARDSITUATIES BODEMOPBOUW

Voor wat betreft de toepassing van WKO kan de ondergrond van Nederland ruwweg worden geschematiseerd tot twee bodemprofielen:



- Een omvangrijk watervoerend pakket tot 50 a 100 m -mv. Soms wordt daarna de geohydrologische basis aangetroffen, of is bodemenergie niet toegestaan in diepere watervoerende pakketten (bijvoorbeeld Noord-Brabant).
- Twee watervoerende pakketten tot 100-150 m -mv. De verontreiniging beperkt zich dan doorgaans tot het eerste pakket.

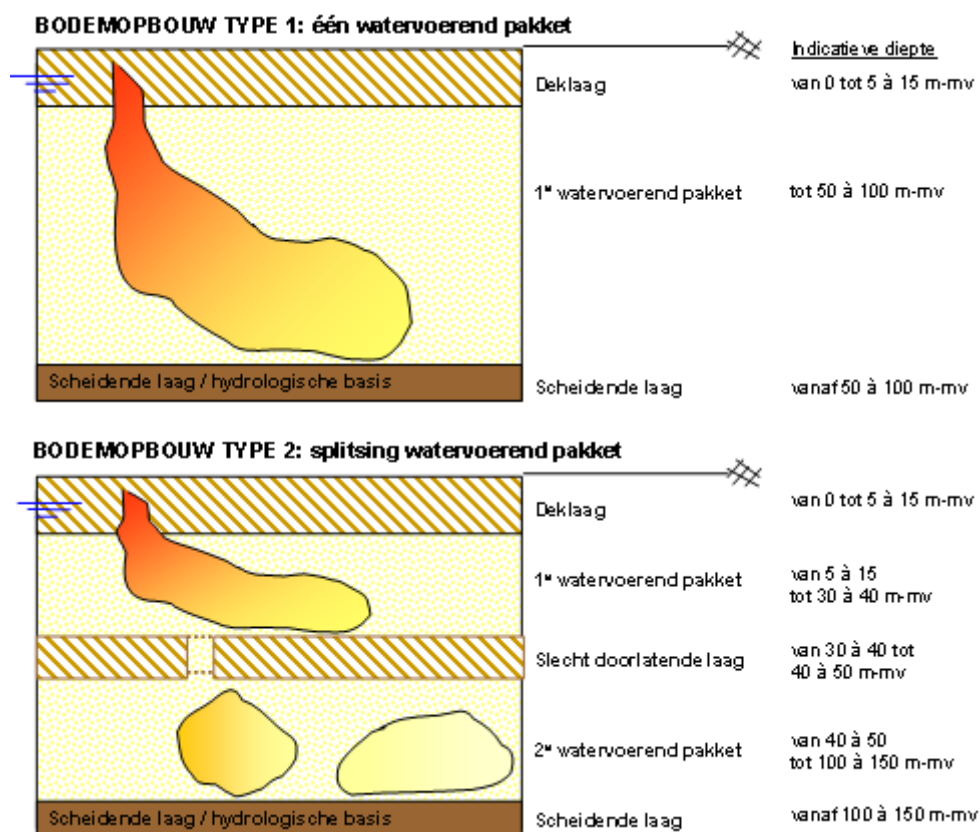
Deze bodemprofielen zijn geschematiseerd in afbeelding 7.12.

Provincies hanteren geen uniforme randvoorwaarden voor de toepassing van WKO. Bij verkennen van de mogelijkheden waar WKO kan worden ingepast, rekening houdend met de bodemopbouw en de ligging van verontreinigingen, moet voldaan worden aan de randvoorwaarden uit het desbetreffende Provinciale grondwaterplan. Bijvoorbeeld provincie Noord-Brabant staat WKO toe tot een maximale diepte van 80 m -mv., terwijl het Provinciaal grondwaterplan van provincie Zuid-Holland voorschrijft alleen vergunningen toe te staan in het 2^e en 3^e watervoerende pakket.

Afbeelding 7.12

Schematisch overzicht meest voorkomende bodemopbouw in Nederland

 grondwaterstand
 verontreiniging



7.1.3

STANDAARDSITUATIES LIGGING BODEMENERGIESYSTEEM TOV VERONTREINIGING

Bij de keuze waar en hoe bodemenergie in te passen in de ondergrond speelt naast de bodemopbouw de ligging van de bodemverontreiniging een grote rol. Voor de systeemkeuze kan het bijvoorbeeld van belang zijn of het systeem is voorzien *in* of *nabij* de grondwaterverontreiniging. Doorgaans worden de bronnen van het bodemenergiesysteem op de locatie gekozen. Afhankelijk van de grootte van de locatie en de ligging van de grondwaterverontreiniging zullen de bronnen in de verontreiniging vallen, of zal al dan niet sprake kunnen zijn van invloed op de verontreiniging.

Onttrekking en infiltratie van grondwater voor een bodemenergiesysteem heeft invloed op de grondwaterstroming. De ligging en de omvang van het bodemenergiesysteem kan zo worden gekozen dat het verspreidend effect op de verontreiniging wordt geminimaliseerd. Om deze reden is het raadzaam het invloedsgebied van de WKO installatie te bepalen voor meerdere mogelijke bronconfiguraties.

De centrale vragen met impact op systeemontwerp zijn:

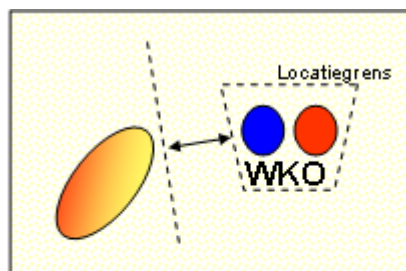
*Heeft mijn bodemenergiesysteem een hydrologisch effect op de aanwezige grondwaterverontreiniging?
 En wil ik dit effect minimaliseren of niet?*

In afbeelding 7.13 zijn schematisch de ligging van de verontreiniging en het bodemenergiesysteem weergegeven in relatie tot verspreiding van de verontreiniging.

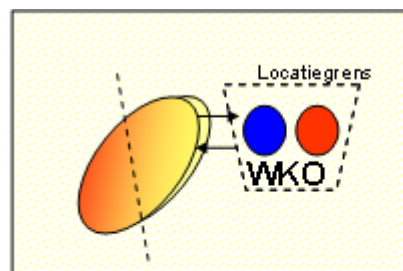
Afbeelding 7.13

Schematische weergave ligging verontreiniging en bodemenergiesysteem in relatie tot verspreiding verontreiniging

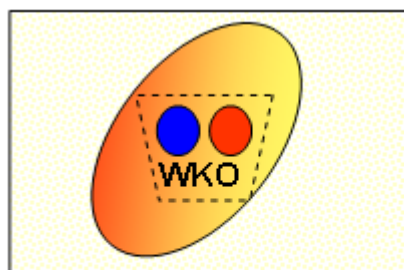
-  verontreiniging
-  Invloedsgebied WKO
-  WKO-systeem
-  locatiegrens
-  onttrekkingfilter
-  infiltratiefilter



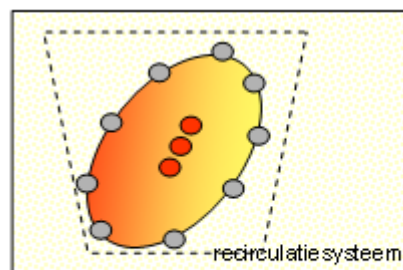
Geen effect op verspreiding verontreiniging



Wél effect op verspreiding verontreiniging



Geen effect op verspreiding verontreiniging
(mits omvang verontreiniging groter is dan
invloedsgebied WKO)



Beheersend effect op verspreiding verontreiniging

7.1.4

CONCEPTOPLOSSINGEN WKO & VERONTREINIGING IN VOGELVLUCHT

Er zijn veel combinaties denkbaar waarbij bodemenergie wordt gewonnen in de directe nabijheid van verontreinigd grondwater. Bij de energetisch gunstige *opslag* van koude en warmte beperkt het per seizoen wisselen van de onttrekkings- en infiltratiefilters de verspreiding; anderzijds is het ontwerpen van een combinatie met een beheersing van de verontreiniging gecompliceerder, zowel voor wat betreft de situering van de filters als de te hanteren debieten. In ieder geval dient te worden voorkomen dat één van de beide filters buiten de verontreiniging wordt gesitueerd. Voor monobronnen betekent dit doorgaans dat deze alleen kunnen worden toegepast als de verontreiniging zich over een dikte van enkele tientallen meters heeft verspreid binnen een watervoerende laag.

Ter illustratie wordt een aantal denkbare concepten op het nog relatief onontgonnen terrein van WKO's en grondwaterverontreiniging toegelicht.

- Concept 1: veranderen invloedsgebied WKO.
- Concept 2: WKO in verontreiniging, gebiedsgericht.
- Concept 3: WKO met sanerend effect (*combinatiesystemen*).
- Concept 4: WKO nabij verontreiniging en invloed op verontreiniging.

Concept 1: veranderen invloedsgebied WKO

In deze situatie wordt gezocht naar de mogelijke bewegingsvrijheid om het effect op de verontreiniging te minimaliseren of weg te nemen. Een effect kan zowel hydrologisch van aard zijn (*verspreiding van de verontreiniging*), als biologisch of chemisch (*afbraak van de verontreiniging*). Een effect kan bijvoorbeeld weggenomen of gereduceerd worden door het verplaatsen van de bronnen naar andere locaties, of het toepassen van een bodemwarmte-wisselaar (gesloten systeem).






In sommige gevallen is direct duidelijk dat er geen sprake is van beïnvloeding. In andere situaties is beïnvloeding niet op voorhand uit te sluiten. De mate van het verwachte effect van de WKO op de verontreiniging wordt inzichtelijk gemaakt in de vergunningsaanvraag.

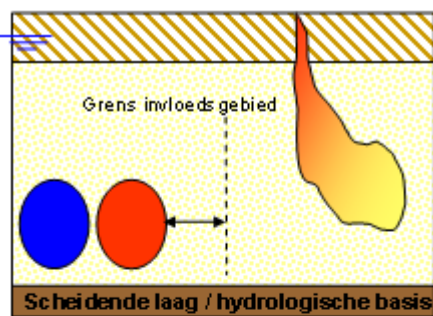
Als overduidelijk sprake is van geen tot een verwaarloosbaar effect op de verontreiniging kan in de regel worden volstaan met een vergunningsaanvraag Waterwet. In situaties dat niet op voorhand duidelijk is dat sprake is van een effect, is meestal ook een vergunningsaanvraag Wbb nodig.

In afbeelding 7.14 zijn een viertal mogelijke varianten geschetst op Concept 1: WKO nabij verontreiniging en geen invloed op verontreiniging.

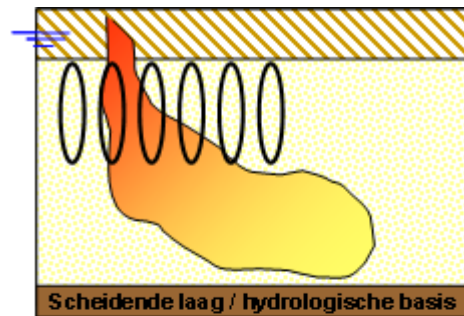
Afbeelding 7.14

Mogelijke varianten op Concept 1: WKO nabij verontreiniging en invloedsgebied overlapt niet met verontreiniging

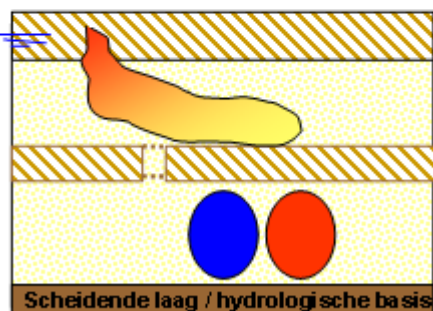
-  grondwaterstand
-  verontreiniging
-  invloedsgebied WKO
-  WKO systeem
-  BWW (gesloten bodemenergiesysteem)



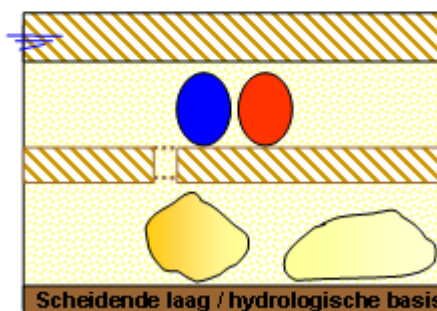
Concept 1A:
Verontreiniging buiten invloedsgebied WKO



Concept 1B:
Gesloten systeem in verontreinigd gebied



Concept 1C:
WKO in 2^e WVP en geen effect op verontreiniging in 1^e WVP



Concept 1D:
WKO in 1^e WVP en geen effect op verontreiniging in 2^e WVP

Concept 2: WKO in verontreiniging, gebiedsgericht

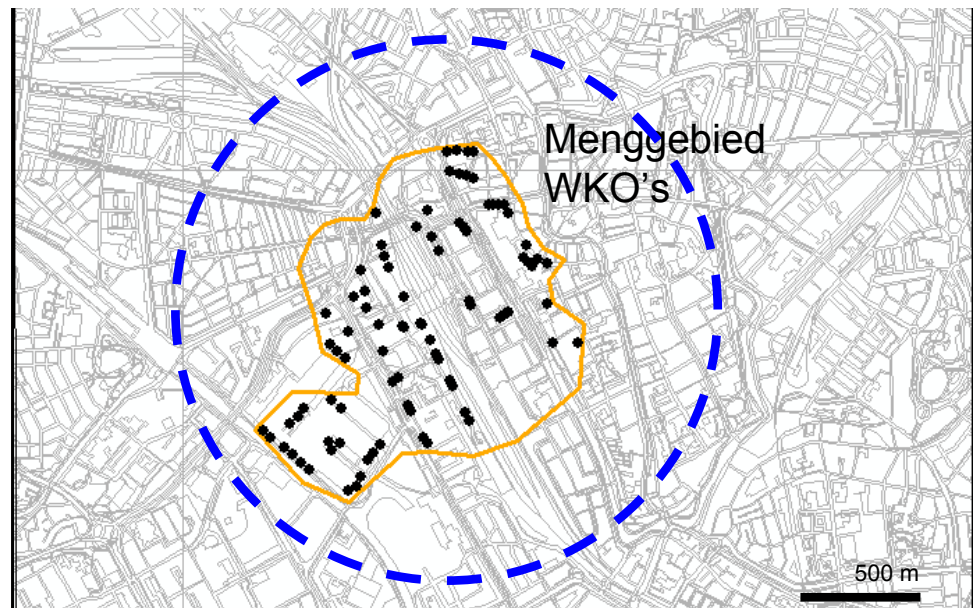
Bij een gebiedsgerichte aanpak is het verpompen cq. verspreiden van verontreinigd grondwater *binnen* het systeemgebied (tot op zekere hoogte) toegestaan, mits dit niet leidt tot verspreiding *buiten* de systeemgrenzen. Het concept, de situering en het grondwater-debiet van de WKO moeten wel passen binnen de randvoorwaarden van de gebiedsgerichte aanpak. Veelal zal in een masterplan, structuurvisie of saneringsplan vastomlijnd zijn aangegeven waar WKO's kunnen worden geplaatst en welke debieten zijn toegestaan.

Voor de meeste binnenstedelijke gebieden is de gebiedsgerichte aanpak nog in de planfase. Het tijdig kenbaar maken van de ambities omtrent het realiseren van een WKO kan daarom bijdragen aan de uiteindelijke speelruimte deze te realiseren. Afbeelding 7.15 geeft een impressie van het gebiedsgericht beheer dat is voorzien voor het Stationgebied van Utrecht, met daarin de systeemgrens en het menggebied van de toegestane WKO's.

Afbeelding 7.15

Mogelijke variant op Concept 2: gebiedsgericht beheer en inpassing WKO-systemen

- WKO-bron
- Menggebied WKO's
- - - Systeemgebied



**SANEREN = VERWIJDEREN,
MAAR OOK BEHEERSEN
VAN VERONTREINIGING**

Concept 3: WKO met sanerend effect (combinatiesysteem)






Als een WKO een ontoelaatbaar effect heeft op een nabijgelegen verontreiniging, kan het uitkomst bieden energiewinning en saneren te combineren om zodoende toch een vergunning te krijgen voor een bodemenergiesysteem op de locatie. Een sanerend effect kan zowel inhouden het beheersen van de verontreiniging (*tegengaan van verdere verspreiding*) als het daadwerkelijk verwijderen van verontreinigingsvracht (door fysieke verwijdering, chemische of biologische afbraak). Als het negatieve effect op de verontreiniging wordt weggenomen of geminimaliseerd neemt de kans op vergunningverlening door de Bevoegde Gezagen Wtw en Wbb toe.

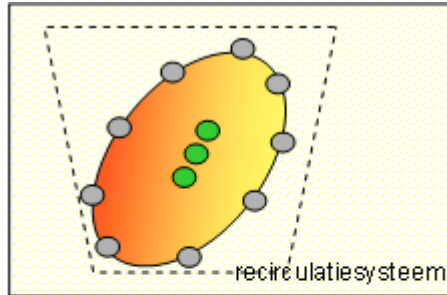
Als een combinatiesysteem wordt overwogen is het relevant om na te gaan of er al vergunningen of beschikkingen zijn afgegeven voor de locatie waarin randvoorwaarden zijn gesteld hoe om te gaan met de verontreiniging. In sommige gevallen kan de WKO ingepast worden binnen deze randvoorwaarden en kan worden volstaan dit vast te leggen in een beknopt deelsaneringsplan of een melding. In andere gevallen zal een uitgebreid saneringsplan moeten worden opgesteld dat het effect op de verontreiniging inzichtelijk maakt voor een aantal varianten (zie §7.3).

In afbeelding 7.16 zijn een zestal mogelijke varianten geschetst op Concept 3: WKO met sanerend effect op verontreiniging. Als gekozen wordt voor een combinatiesysteem zijn meerdere concepten denkbaar waarin het principe van een recirculatiesysteem wordt toegepast. Daarnaast is het doorstroomsysteem een denkbaar alternatief. Dit concept houdt in het onttrekken van grondwater nabij of in de verontreiniging (en een sanerend effect), na het winnen van energie uit deze waterstroom wordt het water geloosd of geïnfilteerd. De grondwaterstromingsrichting wisselt hierbij niet. Eventueel kan een grondwaterzuiveringsinstallatie worden tussengeschaakeld om de grondwaterkwaliteit te verbeteren tot de geldende kwaliteitscriteria voor lozen of infiltratie.

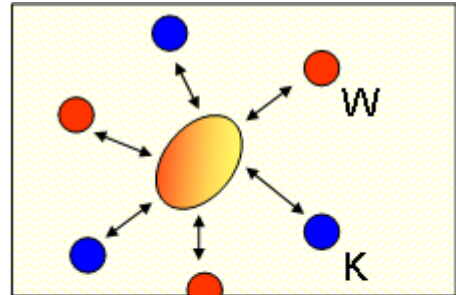
Afbeelding 7.16

Mogelijke varianten op Concept 3: WKO met sanerend effect op verontreiniging

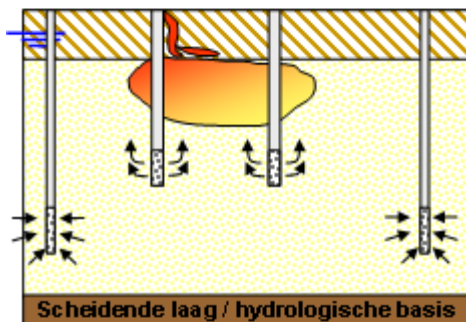
-  Onttrekkingsbron
-  Infiltratiebron
-  Koudebron
-  Warmtebron
-  Verontreiniging



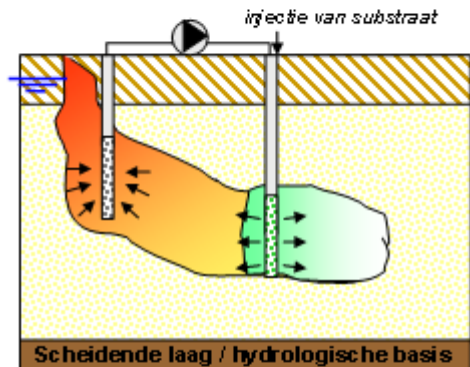
Concept 3A:
Recirculatiesysteem met beheersend en/of sanerend effect



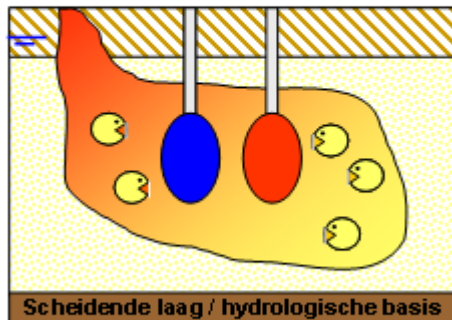
Concept 3B:
Configuratie infiltratie- en onttrekkingsbronnen met beheerseffect



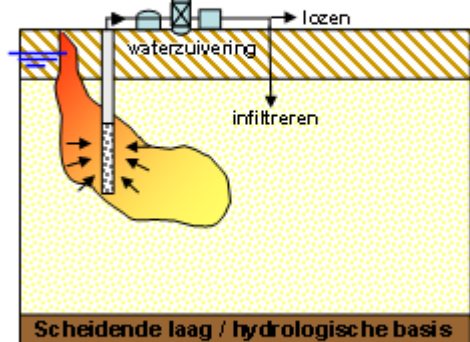
Concept 3C:
Recirculatiesysteem met stabiliserend effect



Concept 3D:
Recirculatiesysteem met sanerend effect



Concept 3E:
WKO-systeem met stimulatie biologische afbraak



Concept 3F:
Doorstroom systeem: onttrekken en lozen, (eventueel waterzuivering tussenschakelen)

De voordelen van het combineren van WKO en saneren:

- Combinatiesysteem maakt het winnen van bodemenergie uit verontreinigd grondwater mogelijk, waar reguliere (open) bodemenergiesystemen niet zijn toegestaan.
- Synergie tussen systeemontwerp van bodemenergie en –sanering maakt een sterke afname van de saneringskosten mogelijk.
- Integraal systeemontwerp van bodemenergie en –sanering biedt kansen voor een overall positiever milieurendement dan separate benadering.

De nadelen van het combineren van WKO en saneren:

- Combinatiesystemen en doorstroomsystemen hebben vaak een lagere energie-efficiency dan reguliere bodemenergiesystemen.
- Meer vergunningen en beschikkingen zijn nodig, langere proceduretijd en hogere bijbehorende kosten.
- Er is nog weinig ervaring opgedaan met combinatiesystemen. Het risico op problemen is nog relatief groot.

Concept 4: WKO nabij verontreiniging en invloed op verontreiniging

In situaties dat een WKO een verspreidend effect heeft op een nabijgelegen verontreiniging is de cruciale vraag of het vanuit het oogpunt van het Bevoegd Gezag een toelaatbaar of een ontoelaatbaar effect betreft. Een beperkte additionele verspreiding van enkele meters zal door het Bevoegd Gezag in de meeste gevallen worden toegestaan. Een aanzienlijk grotere invloed op de verontreiniging zal in sommige gevallen worden toegestaan als aantoonbaar kan worden gemaakt dat deze keuze voor alle betrokken partijen tot een betere situatie leidt. Ofwel, in plaats van een *sectorale* benadering gebaseerd op de Wbb, wordt dan gekozen voor een *integrale* benadering waarin aspecten vanuit meerdere disciplines worden meegewogen.

Wanneer de voorkeur uitgaat naar een integrale benadering waarbij WKO in of nabij verontreinigd grondwater mogelijk is, wordt toch ook een variant uitgewerkt die het verspreidend effect van WKO op de verontreiniging minimaliseert. Door deze variant mee te nemen in het afwegingsproces en aan de hand van de afwegingsaspecten de varianten te vergelijken, wordt inzichtelijk gemaakt wat het kost of oplevert om het systeemontwerp ondergeschikt te maken aan het beheer van de verontreinigingssituatie.

7.2**UITWERKING AFWEGINGSASPECTEN**

Om bij alle partijen draagvlak voor de uiteindelijke keuze te creëren is het van belang om in de overlegfase gezamenlijk de afwegingsaspecten vast te stellen. Partijen die hierbij minimaal aan tafel moeten zitten zijn de initiatiefnemer van de WKO, de gene die verantwoordelijk is voor de verontreiniging, het Bevoegd Gezag Wet bodembescherming en het Bevoegd Gezag Waterwet.

Bij de keuze van afwegingsaspecten kan het afwegingsproces voor mobiele verontreinigingen dienen als vertrekpunt [lit.8]. Voor de afwegingsaspecten is conform de ROSA-systematiek onderscheid gemaakt in baten (*wat levert het op?*) en lasten (*wat kost het?*). De hier voorgestelde werkwijze sluit daarom goed aan bij de Circulaire Bodemsanering.

Bij de keuze van de afwegingsaspecten voor BOEG wordt niet alleen gelet op sectorale (bodem)aspecten, maar wordt gestreefd naar een afweging van duurzaamheid in bredere zin (Brundlandt; people, planet, profit). In tabel 7.2 zijn afwegingsaspecten vermeld die bruikbaar zijn voor het afwegingsproces rondom WKO in combinatie met grondwaterverontreiniging. De afwegingsaspecten zijn zodanig geformuleerd dat een aspect duidelijk een baat is, of een last. En zo dat de aspecten onafhankelijk zijn en niet overlappen. Aanpassen van de set moet terughoudend worden gedaan. Voor BOEG is een set 'vaste' afwegingsaspecten opgenomen. Hier kan beargumenteerd van worden afgeweken. De afwegingsaspecten kunnen worden aangevuld met 'optionele' afwegingsaspecten afhankelijk van de projectspecifieke inhoud.

Tabel 7.2

Checklist 'vaste' en 'optionele' afwegingsaspecten voor BOEG

| VASTE AFWEGINGASPECTEN | |
|--|---|
| Baten | Omschrijving |
| Afname verontreiniging | Risico reductie (humane en ecologische risico's), verandering pluimgedrag (bijvoorbeeld van uitdijning naar krimpen), kwaliteitsverbetering grondwater |
| Toename benuttingsmogelijkheden | Duurzame energiewinning uit grondwater voor koelen en verwarmen van gebouwen en opheffen stagnatie herontwikkelingen |
| Afname aansprakelijkheden | Afname aansprakelijkheden gebruiksbeperkingen ondergrond en grondwater als gevolg van verontreiniging |
| Besparing energieverbruik ⁸ | Besparing energieverbruik fossiele brandstoffen |
| Afname emissies ⁷ | CO ₂ -reductie en afname overige emissies als gevolg van inzetten van duurzame bodemenergie |
| Lasten | Omschrijving |
| Kosten | Investeringskosten, exploitatiekosten |
| Nazorg ⁹ | Blijvende zorg voor de restverontreiniging, invloed op gebiedsgericht beleid |
| Overlast | Maatschappelijke overlast als gevolg van het realiseren van een bodemenergiesysteem en bodemsanering |
| Faalrisico's | Haalbaarheid (leveringzekerheid, saneringsresultaat, grondwaterstandverlaging of verhoging), verspreidingsrisico verontreiniging, kans op terugvalmaatregelen |
| OPTIONELE AFWEGINGSASPECTEN | |
| Baten | Omschrijving |
| Imago en economisch gewin | De verbetering van het imago en economische aantrekkingskracht van duurzame herontwikkeling van stad/gemeente/herontwikkelingslocatie |
| Waardevermeerdering | De waardevermeerdering van het terrein als gevolg van toename gebruiksmogelijkheden |
| Ontwikkeling ecologie/natuur | Ontwikkeling natuurwaarden door meervoudig watergebruik (bijvoorbeeld bij energiewinning uit onttrekkingswater gevolgd door beekherstel) |
| Overige baten | Overige baten ten gevolge van BOEG |
| Lasten | Omschrijving |
| Toename proceduretijd | Voor combinatiesystemen zijn meer vergunningen en beschikkingen nodig, met vaak langere proceduretijden en hogere bijbehorende kosten |
| Aantasting natuurwaarden | De aantasting van natuur (bijvoorbeeld verontreinigd kwelwater, vernatting, verdroging) door WKO |
| Aantasting archeologische en aardkundige waarden | De aantasting van archeologische of aardkundige waarden door WKO |
| Schade tijdens uitvoering | Schade die kan ontstaan als gevolg van WKO-systeem (bijvoorbeeld ten gevolge van zettingen) |
| Overige lasten | Andere lasten ten gevolge van BOEG |

⁸ Ten opzichte van de ROSA systematiek is de belasting van overige milieucompartimenten vertaald naar de baat: besparing (verbruik en emissies). Er is namelijk geen sprake van een toename van emissies naar andere compartimenten, maar juist van een gewilde besparing van energie en CO₂ emissies.

⁹ Het aspect saneringsduur is niet meegenomen, omdat bij BOEG geldt dat blijvend sprake is van winning van bodemenergie en in de regel ook van restverontreiniging.

7.3

AFWEGEN VAN CONCEPTEN EN SYSTEEMKEUZE

7.3.1

AFWEGINGSSYSTEMATIEK

Aan de hand van de afwegingsaspecten worden de baten en lasten van de gekozen varianten in beeld gebracht, met als doel de varianten te vergelijken. In de meeste gevallen kan deze vergelijking plaatsvinden op hoofdlijnen (kwalitatief). In een scoretabel worden per variant de baten en lasten helder weergegeven (zie onderstaande tabel 7.3). Uitvoeringsvarianten kunnen binnen de in § 7.1.4 gepresenteerde concepten worden afgewogen, maar nadrukkelijk ook daartussen. Een belangrijke keuze is bijvoorbeeld die tussen WKO-concept 1 en 3: het ontwijken van de verontreiniging of juist de integratie met bodemsanering.

Tabel 7.3

Voorbeeld scoretabel
(kwalitatief)

| | Variant 1 energie- variant | Variant 2 geïntegreerde variant | Variant 3 Wbb-variant | Variant 4: alternatieve energiebron |
|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|---|
| Baten | | | | |
| Afname verontreiniging | Laag | Laag | Hoog | Laag |
| Toename benuttings- mogelijkheden | Hoog | Hoog | Laag | Laag |
| Afname aansprakelijkheden | Midden | Midden | Hoog | Laag |
| Besparing energieverbruik | Hoog | Midden | Laag | Hoog |
| Afname emissies | Hoog | Hoog | Laag | Hoog |
| Lasten | | | | |
| Kosten (euro) | 300.000 | 200.000 | 600.000 | 300.000 |
| Nazorg | Midden | Midden | Laag | Midden |
| Overlast | Midden | Midden | Midden | Laag |
| Faalrisico's | Midden | Midden | Midden | Laag |

Met behulp van bovenstaande afwegingstabel worden de verschillen in baten en lasten (waaronder de realisatie- en exploitatiekosten) kwalitatief inzichtelijk gemaakt. Randvoorwaarde is dat de uiteindelijke preferente energievoorziening rendabel moet zijn (ofwel: er moet sprake zijn van een reële terugverdientijd van de WKO). Dit betekent niet dat per definitie gekozen wordt voor het systeem met de laagste kosten: de balans van baten en lasten is doorslaggevend in de uiteindelijke keuze voor een energievariant. Als meerkosten leiden tot aanzienlijk extra baten, dan besluiten de belanghebbenden of de extra baten opwegen tegen de extra lasten.

**OPTIONEEL: AFWEGEN 4^e
VARIANT ALTERNATIEVE
ENERGIEBRON**

Optioneel kan als alternatief voor een bodemenergieconcept een alternatieve (duurzame) energiebron worden meegewogen als vierde variant (bijvoorbeeld: energiepotentieel uit natuurlijke waterstroming, distributienetwerk restwarmte, zonne-energie, conventionele verwarming/koeling). Het meewegen van deze alternatieve variant geeft inzicht in het overall milieurendement van de keuze voor een bodemenergiesysteem in relatie tot andere energiebronnen, rekening houdend met de door de betrokkenen gekozen relevante afwegingsaspecten.

In complexe situaties kan het nodig zijn om binnen de bodemenergieconcepten meer dan drie of vier varianten tegen elkaar af te wegen en/of de afwegingsaspecten meer gedetailleerd uit te werken. In deze situaties worden de baten en lasten kwantitatief gewogen.

N.B. Bij een *kwantitatieve* afweging wordt volstaan met een afweging op hoofdlijnen, bijvoorbeeld vergelijking van de toename van benuttingsmogelijkheden: in variant 1 'hoog' en in variant 3 'laag'. Bij een *kwantitatieve* afweging wordt dit verder geconcretiseerd: bijvoorbeeld toename gebruiksmogelijkheid grondwatervolume met 5.000 m³ in variant 1 versus 2.000 m³ in variant 2.

KEUZE VOORKEURSVARIANT

Aan de hand van de in beeld gebrachte baten en lasten in de scoretabel wordt een keuze gemaakt voor de voorkeursvariant. In sommige gevallen is deze keuze voor de hand liggend, bijvoorbeeld als één variant veel beter scoort dan de overige varianten. In andere gevallen zullen de verschillen minder groot zijn.

Met behulp van onderstaande handelingen wordt de keuze voor de uiteindelijke variant vereenvoudigd:

- **Beperk het aantal varianten** aan de hand van de wensen en prioriteiten van de betrokkenen. De varianten die in onvoldoende mate voldoen aan de wensen, of die evident minder voorkeur hebben dan de overige varianten, worden geschrapt. Het uitsluiten van een of meerdere varianten wordt vastgelegd in een motiveringsregel. Bijvoorbeeld: "we kiezen niet voor variant 4, omdat deze niet leidt tot een toename van de benuttingsmogelijkheden van de ondergrond". De varianten die in deze stap worden geschrapt, spelen geen rol meer in het verdere keuzeprocess.
- **Beperk het aantal afwegingsaspecten** dat in de vergelijking wordt meegenomen. Het aantal afwegingsaspecten wordt beperkt door:
 - te beschouwen op welke baten en lasten de overgebleven varianten significant van elkaar verschillen. De keuze tussen varianten wordt namelijk niet bepaald door afwegingsaspecten die nagenoeg gelijk scoren;
 - afwegingsaspecten te clusteren.
- **Vergelijk de overgebleven varianten** door de extra kosten of lasten te vergelijken met de bijbehorende extra baten. Begin bij deze vergelijking met de afwegingsaspecten waaraan door de belanghebbenden de hoogste prioriteit is toegekend.
- **Leg de keuze vast** in een zogenaamde 'motiveringsregel', waarin de laatst overgebleven varianten met elkaar worden vergeleken op de relevante baten en lasten, en leg dit vast in een motiveringsregel: Bijvoorbeeld: "We kiezen voor variant 1 omdat voor een toename van de totale kosten met 100.000 euro aanzienlijk meer energie wordt bespaard dan in variant 2" (zie tabel 7.3). De betrokken partijen kunnen beslissen of de extra last de extra baat waard is.
- Om de grondslag van de keuze voor de voorkeursvariant vast te leggen worden de doorslaggevende factoren helder gemotiveerd in de vergunningsaanvraag Wbb (saneringsplan of Wbb-plan).

7.3.2

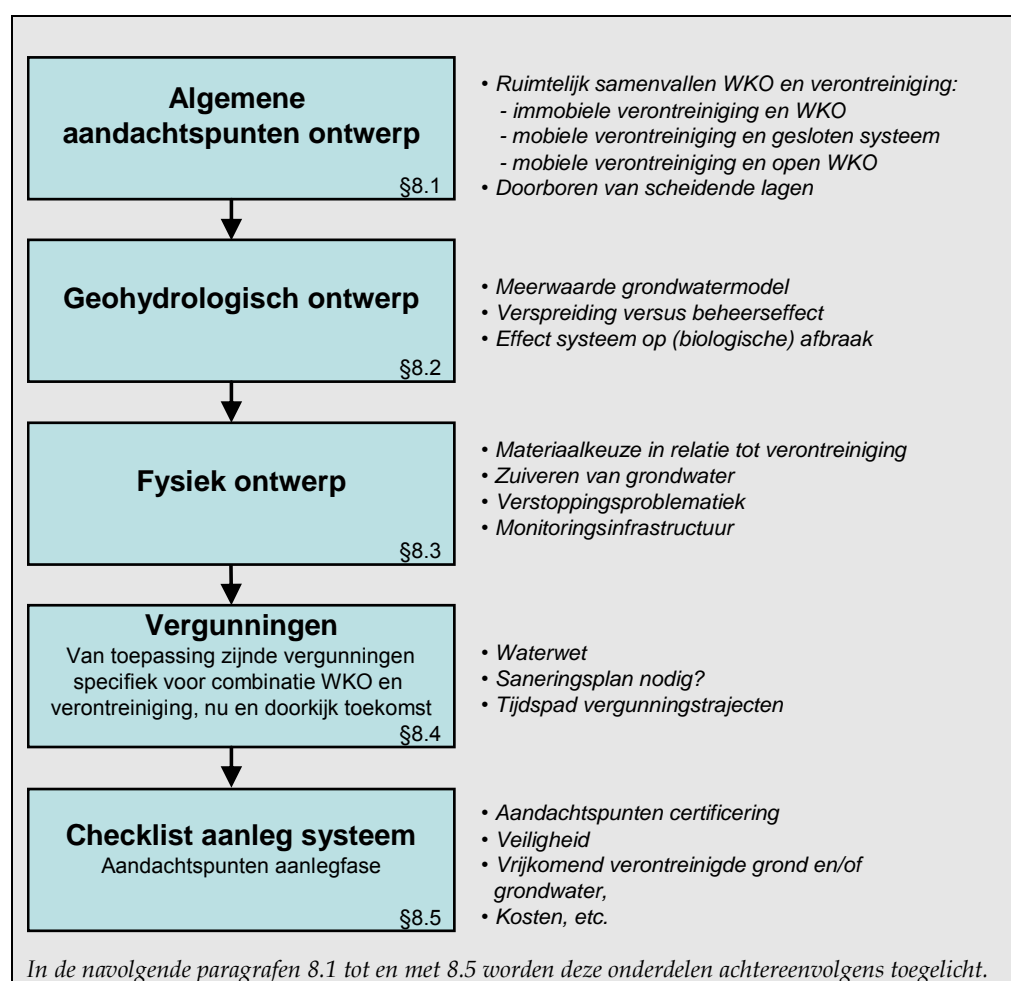
TUSSENTIJDSE EVALUATIE: AFSPRAKEN OVER KOSTENVERDELING BIJSTELLEN, OF NIET?

Met de keuze voor een voorkeursvariant is een definitieve basis gelegd voor de uiteindelijke systeemkeuze. De volgende stap is om het conceptueel ontwerp verder te concretiseren tot een detailontwerp. Voordat deze stap wordt gemaakt is het van belang dat de betrokkenen de afspraken over de kostenverdeling uit de overlegfase nogmaals bespreken. Als gevolg van de uiteindelijke systeemkeuze ontstaat onder andere meer duidelijkheid over de orde grootte van de totale kosten van het systeem, de beoogde energieopbrengst, de CO₂-reductie, het verwachte effect op de verontreiniging, et cetera. Indien nodig moeten de afspraken over de vereffening van kosten en baten bijgesteld worden.

HOOFDSTUK

8

Fase 3: Ontwerp- en realisatiefase



8.1 ALGEMENE AANDACHTSPUNTEN ONTWERP

8.1.1 BASIS VOOR ONTWERP: AFSPRAKEN OVER ENERGIERENDEMENT EN SANEREND EFFECT

Een ontwerp voor een systeem is een balans tussen het energierendement en het sanerend effect (= zowel beheersing als verwijdering). Ten grondslag aan de inhoudelijke keuze voor deze balans liggen de afspraken tussen de betrokken partijen. Uiteraard kan dit zowel betekenen dat een concessie wordt gedaan ten aanzien van het energierendement (*rendement is lager dan het maximaal haalbare rendement*), als dat een concessie wordt gedaan ten aanzien van de aanpak van de verontreiniging (*bijvoorbeeld dat de keuze wordt gemaakt dat de verontreinigingen langer aanwezig blijven dan bij een afzonderlijke sanering*). Het alternatief, afzien van WKO op de betreffende locatie, zal doorgaans minder aantrekkelijk zijn. Als wordt gekozen voor losstaande sanering, moet worden geaccepteerd dat gebruik van de ondergrond ook in de verdere toekomst niet mogelijk is, tenzij eerst een - vaak zeer kostbare - grondwatersanering wordt uitgevoerd. In geval van ernstige verontreinigingen waarvoor sanering urgent is, zijn saneringsmaatregelen op afzienbare termijn hoe dan ook nodig. De besparingen die door de combinatie met WKO te realiseren zijn, staan tegenover het eventueel lagere energierendement en bieden een goede basis voor constructieve afspraken tussen de verantwoordelijke voor de verontreiniging en de initiatiefnemer/beheerder van het energiesysteem.

8.1.2 SAMENVALLLEN VERONTREINIGING EN WKO

GRONDWERKZAAMHEDEN TIJDENS AANLEGFASE

WKO's en immobiele verontreinigingen in de bovengrond

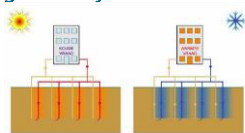
Het samenvallen van WKO en bodemverontreinigingen in de bovengrond leidt meestal niet tot barrières voor WKO, omdat in de bovengrond alleen gesloten delen van bodemenergiesystemen aanwezig zijn en het veelal immobiele verontreinigingen betreft. In deze gevallen is alleen van belang dat tijdens de aanleg de bij de boor- en graafwerkzaamheden vrijkomende verontreinigde grond op milieuhygiënisch verantwoorde wijze wordt afgevoerd.

Gesloten WKO's en mobiele verontreinigingen in de ondergrond

Toepassing van gesloten WKO's wordt meestal niet gehinderd door de aanwezigheid van mobiele verontreinigingen, omdat er geen direct contact is tussen het koude/warmte-transportmiddel en het grondwater. Wel moet bij de aanleg worden opgelet dat geen ongewenste blootstelling aan verontreinigende stoffen plaatsvindt. De ondergrondse leidingen kunnen wel in contact komen met verontreinigingen en daardoor worden aangetast. Voor opgeloste verontreinigingen in het grondwater is dit gevaar te verwaarlozen (zie materiaalkeuze). De aandachtspunten voor het realiseren van een gesloten systeem in aanwezigheid van een mobiele verontreiniging is samengevat in tabel 8.4.

Tabel 8.4

Mobiele verontreiniging en gesloten systeem



| Verontreiniging | Interactie met gesloten systeem | | | Conclusie |
|---------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------|---------------|
| | Aanleg-fase | Aantasting systeem | Exploitatie-fase | |
| Immobilie verontreiniging | Afvoer grond ¹⁾ | - | - | Geen probleem |
| Puur product (VOCI) | Blootstelling ²⁾ | Aantasting ³⁾ | | Vermijden |
| Grondwaterpluim | Blootstelling ²⁾ | Aantasting ⁴⁾ | | Aandachtspunt |
| Diffuse verontreiniging | - | - | | Geen probleem |

- 1) Werkzaamheden in verontreinigde grond moeten worden uitgevoerd door een 7001 gecertificeerde aannemer. Verontreinigde grond die vrijkomt tijdens aanleg van het systeem moet worden afgevoerd naar een erkend verwerker.
- 2) Blootstelling aan sterke verontreiniging moet worden voorkomen door het gebruiken van de voorgeschreven veiligheidsmaatregelen conform CROW-P132.
- 3) Aantasting van filtermateriaal en leidingwerk door puur product (zeer hoge concentraties verontreiniging) moet worden vermeden (zie afbeelding 8.18: materiaalkeuze). Bijvoorbeeld door de keuze voor een andere (bron)locatie of de keuze voor resistent materiaal.
- 4) Het risico op aantasting van het systeem (leidingwerk, lussen) is sterk afhankelijk van de concentraties in de grondwaterpluim en het materiaal waaruit het systeem bestaat (zie materiaalkeuze).

Open WKO's en mobiele verontreinigingen in de ondergrond

De belangrijkste beïnvloeding treedt op tijdens het in bedrijf zijn van open WKO's in de nabijheid van omvangrijke grondwaterverontreinigingen. Dit betreffen vooral verontreinigingen met de (zeer) mobiele chloorkoolwaterstoffen gevolgd door de (iets minder mobiele) aromaten. In uitzonderingsgevallen worden andere stoffen aangetroffen, zoals zware metalen. De verontreinigende stoffen kunnen worden aangetrokken en weggedrukt, wat ongewenste verspreiding in zowel horizontale als verticale richting tot gevolg kan hebben.

STERKE VERONTREINIGING (bronzones)

Bij het in bedrijf zijn van de WKO's kan bovendien het mobiliseren van puur product in zaklagen een sterke verhoging van in het grondwater opgeloste concentraties verontreinigende stoffen tot gevolg hebben, en daarmee een forse toename van de verspreiding. Bij de aanleg van open systemen bestaat het risico dat puur product in de vorm van drijf- en zaklagen bij het boren wordt versmeerd en mee naar beneden wordt genomen. Dit kan leiden tot verspreiding in aanvankelijk niet verontreinigde watervoerende lagen (zie §8.1.3). Het positioneren van WKO's in drijf- en zaklagen moet om deze redenen worden vermeden.

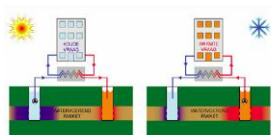
DIFFUSE VERONTREINIGING (lage concentraties)

Grote delen van het eerste watervoerende pakket zijn in ons land diffuus verontreinigd; deze overwegend lichte verontreinigingen hoeven geen beletsel te vormen. Gebruikers van de koude en warmte zullen niet worden blootgesteld aan verontreiniging omdat alle WKO's, ook de open varianten, bovengronds gebruik maken van een luchtdicht afgesloten leidingensysteem.

De aandachtspunten voor realiseren van een open systeem in aanwezigheid van een mobiele verontreiniging is samengevat in tabel 8.5.

Tabel 8.5

Mobiele verontreiniging en open systeem



| Verontreiniging | Interactie met open systeem | | | Conclusie |
|---------------------------|--|--------------------------|--|------------------------------|
| | Aanleg-fase | Aantasting leidingen | Exploitatie-fase | |
| Immobilie verontreiniging | Afvoer grond ¹⁾ | - | - | Geen probleem |
| Puur product (VOCI) | Blootstelling + verspreiding ²⁾ | Aantasting ³⁾ | Verspreiding ⁴⁾ + blootstelling ⁶⁾ | Vermijden |
| Grondwaterpluim | - | Aantasting ⁴⁾ | Verspreiding ⁵⁾ + blootstelling ⁶⁾ | Zie vervolg handleiding BOEG |
| Diffuse verontreiniging | - | - | Blootstelling ⁶⁾ | Geen probleem |

- 1) Werkzaamheden in verontreinigde grond moeten worden uitgevoerd door een 7001 gecertificeerde aannemer. Verontreinigde grond die vrijkomt tijdens aanleg van het systeem moet worden afgevoerd naar een erkend verwerker.
- 2) Blootstelling aan sterke verontreiniging moet worden voorkomen door het gebruiken van de voorgeschreven veiligheidsmaatregelen conform CROW-P132.
- 3) Aantasting van filtermateriaal en leidingwerk door puur product (zeer hoge concentraties verontreiniging) moet worden vermeden (zie afbeelding 8.18: materiaalkeuze). Bijvoorbeeld door het verplaatsen van de voorgenomen (bron)locaties of een andere materiaalkeuze.
- 4) Het risico op aantasting van het systeem (terreinleiding, stijgbuizen, filters) is sterk afhankelijk van de concentraties in de grondwaterpluim en het materiaal waaruit het systeem bestaat (zie materiaalkeuze).
- 5) Verspreiding van verontreiniging als gevolg van het verpompen van grondwater voor energiewinning moet worden voorkomen. In handleiding BOEG worden hiervoor handvatten aangereikt.
- 6) Tijdens periodieke controle (bv putinspectie, waterkwaliteit bemonsteren) van het systeem en regeneratie van de bronnen moeten voorzorgsmaatregelen worden genomen om blootstelling aan de verontreiniging te voorkomen.

WKO en ondiepe grondwaterverontreiniging

Als in de directe nabijheid van het WKO-systeem sprake is van een ondiepe grondwaterverontreiniging (rond de grondwaterspiegel), is de invloed van het WKO-systeem op de grondwaterstand een aandachtspunt. Dit geldt met name wanneer een ondiepe grondwaterverontreiniging aanwezig is ter plaatse van de infiltratiefilters. Immers, wanneer als gevolg van de WKO de grondwaterstand plaatselijk hoger wordt, neemt de afstand van de verontreiniging tot het maaiveld af. Hierbij kan aanvullende verspreiding van de verontreiniging optreden en kunnen mogelijk humane risico's aan maaiveld ontstaan. Een situatie als deze moet worden voorkomen door hiermee rekening te houden tijdens het ontwerp van een WKO.

AANDACHTSPUNT:
 Freatische grondwaterverontreiniging en stijgen grondwaterstand door WKO

8.1.3

VOORKOMEN: DOORBOREN VAN SCHEIDENDE LAGEN

Aandachtspunt bij het boren van bronnen voor bodemenergie is het doorboren van scheidende lagen. Voor reguliere WKO's is dit niet gewenst in verband met mogelijke kortsluitstroming tussen watervoerende lagen. Bij aanwezigheid van een verontreiniging komt daar een tweede ongewenst aspect bij: het verspreidingsrisico naar dieper gelegen watervoerende lagen. Aangezien ruim 90% van de verontreinigingen in watervoerende pakketten bestaat uit VOCl is dit verspreidingsrisico groot. Dit is gelegen in de aard van deze verontreinigingen (dichtheidsstroming en grillig karakter, zie §2.2.3). Het verspreiden van verontreiniging naar dieper gelegen watervoerende lagen moet onder meer worden voorkomen om de strategische drinkwatervoorraden te beschermen.

VERSPREIDINGSRISICO

**AANSPRAKELIJKHEID EN
VERGUNNING WBB**

De initiatiefnemer van WKO kan aansprakelijk worden gesteld voor het optreden van verspreiding naar dieper gelegen waterlagen.

Bij het vermoeden dat een verontreiniging met puur product VOCl aanwezig is op de scheidende laag, moet doorboren van deze laag absoluut worden vermeden. Ook bij aanwezigheid van enkel opgeloste VOCl-verontreiniging is sprake van een reëel verspreidingsrisico, en moet het doorboren van scheidende lagen indien mogelijk worden vermeden. In alle gevallen moet rondom het boorgat een goede afdichting worden gerealiseerd met zwelklei.

Aandachtspunt bij deze overweging is dat voor een verticaal gesloten systeem het verspreidingsrisico bij het doorboren van een scheidende laag vele malen groter is dan voor een open systeem. Reden hiervoor is het grotere aantal benodigde boorgaten per MW voor een gesloten systeem versus een open systeem (verschil: ruim factor 100). Als bovendien sprake is van een hogere natuurlijke stijghoogte in het bovenste watervoerende pakket, wordt het doorboren van de scheidende laag sterk afgeraden.

8.2 ONTWERP GEOHYDROLOGISCH SYSTEEM**8.2.1 MODELLERING VAN GRONDWATERSTROMING, WARMTE- EN STOFTRANSPORT**

Voor het ontwerp van een open WKO met een significant effect op een verontreiniging maakt modellering deel uit van het ontwerp. Ten aanzien van de volgende aspecten kan met behulp van modellering inzicht worden verkregen:

1. De veranderingen van het grondwaterstromingspatroon en de stijghoogten.
2. Vorming van warme en koude zones en warmtetransport.
3. De verspreiding en afbraak van verontreinigende stoffen (stoftransport).

Het spreekt voor zich dat het grondwaterstromingssysteem sterk bepalend is voor het warmtetransport en de verspreiding van verontreinigende stoffen. Een goed deugdelijk grondwaterstromingsmodel is daarom essentieel. Alle modellen voor warmte- of stoftransport hebben een grondwaterstromingsmodel als basis. In vrijwel alle gevallen zal een vergunningsaanvraag of een melding vergezeld moeten gaan van de resultaten van een modellering. Met de modelresultaten moet worden aangetoond dat de effecten op stijghoogten, beheersing, verspreiding en warmtetransport toelaatbaar zijn.

In deze paragraaf wordt ingegaan op de wijze waarop het ontwerp en de invloed op verontreiniging kan worden bepaald.

**BOEG IS GEÉN
HANDLEIDING VOOR
MODELLERING!**

BOEG is nadrukkelijk géén handleiding voor het modelleren van de geohydrologie of warmte- en stoftransport. Dit dient te allen tijde te gebeuren door ter zake kundige, en als handreiking bij het opzetten van modellen is ook meer dan voldoende literatuur beschikbaar. Evenmin ligt het in de bedoeling om op deze plaats specifieke modellen voor te schrijven of aan te bevelen. Hooguit worden veelgebruikte modellen genoemd, waarmee niet is gezegd dat andere modelcodes niet bruikbaar zijn.

Een optimaal grondwater ontwerp: Bronpositionering en debieten

Variëren met de input van het model kan ondersteunend werken bij het dimensioneren van een WKO. Aan de hand van de output van het grondwatermodel wordt een beeld gevormd van het effect van een aanpassing in het WKO-ontwerp op het effect op verspreiding of beheersing van de verontreiniging. Optimalisatieparameters voor het ontwerp zijn bijvoorbeeld:

- Horizontale en verticale bronpositionering

Variatie in ruimtelijke inpassing van de WKO-bronnen in het watervoerende pakket waaruit energie wordt gewonnen kan van invloed zijn op de mate van het effect op de verontreiniging. In de regel dient te worden voorkomen dat een gedeelte van de filters binnen de verontreiniging is gepositioneerd, en een gedeelte van de filters buiten de verontreiniging; deze situatie leidt tot verspreiding. Door te variëren met de afstand van de bronnen tot de verontreiniging (naast, boven of onder de verontreiniging) varieert de hydrologische invloedssfeer van de WKO en dus de mate van het effect op de verontreiniging. Wijziging van een opslagsysteem naar een recirculatiesysteem kan een oplossing zijn voor de beheersproblematiek.

- Onttrekkingsdebieten




Het verkleinen van het onttrekkingsdebiet leidt tot een afname van de geohydrologische invloedssfeer en dus tot een afname van het effect op de verontreiniging. Dit principe is bruikbaar wanneer wordt gestreefd naar het minimaliseren van het effect op verspreiding van een verontreiniging. Omgekeerd kan in het geval van de keuze voor een WKO-concept dat uitgaat van beheersen van de verontreiniging het beheerseffect toenemen bij het vergroten van het onttrekkingsdebiet uit een of meerdere onttrekkingsbronnen.

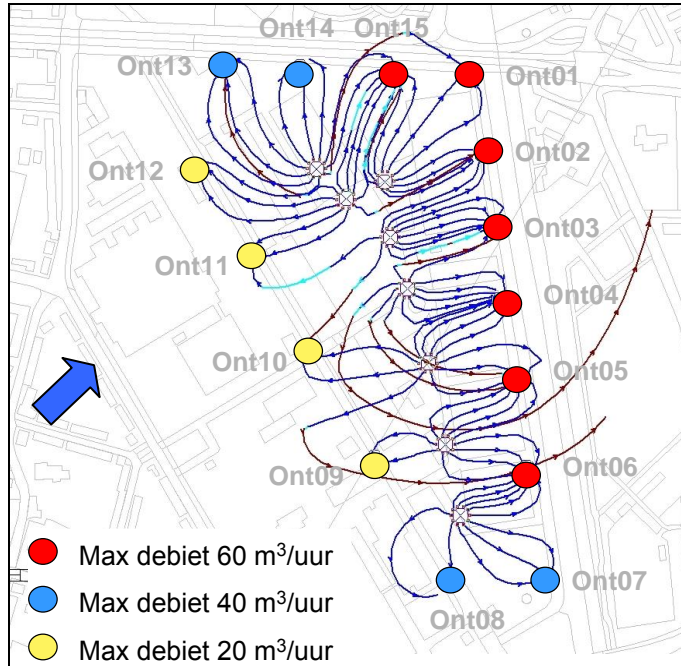
- Verdeling debieten over de bronnen

Door de verdeling van het onttrekkingswater en het infiltratiewater te variëren over de bronnen kan het hydrologische effect plaatselijk worden geoptimaliseerd. Zo kan bijvoorbeeld de natuurlijke grondwaterstroming worden tegengegaan door het verhogen van de stijghoogte aan de stroomopwaartse zijde van het bronsysteem. Dit is geïllustreerd in figuur 8.17. De natuurlijke grondwaterstroming is van zuidwest naar noordoost, en het zwaartepunt van de onttrekking ligt aan noordoostzijde.

Afbeelding 8.17

Voorbeeld bron en debiet optimalisatie

- ● ● onttrekkingsbron
-  infiltratiebron
-  grondwaterstroombaan
-  grondwaterstroming-richting



Afbeelding 8.17 illustreert de optimalisatie van het beheerseffect voor Sanergy op Strijp-5 (een recirculatiesysteem, waarbij bij de onttrekkingsbronnen zijn geplaatst in de vorm van een ovaal rondom de verontreiniging en het grondwater wordt geïnfiltriseerd binnen de ring van de onttrekkingsputten, zie §10.1). Bovenstaande afbeelding geeft de positionering van de bronfilters weer, en de gemodelleerde stroombanen van de infiltratiebronnen naar de onttrekkingsbronnen.

**STOFTRANSPORT-
MODELLERING**

De modellering van het gedrag van verontreinigende stoffen

De modellering van het gedrag van verontreinigende stoffen komt bovenop (wordt gesuperponeerd op) de grondwaterstroming. Het meest gebruikte model voor de voorspelling van stoftransport en afbraak is RT3D, dat als startpunt een deugdelijke beschrijving van de grondwaterstroming nodig heeft met bijvoorbeeld MODFLOW. In RT3D moeten parameters worden ingevoerd voor de vertraging van de verontreinigende stoffen ten opzichte van de grondwaterstroming (retardatie), en constanten voor de afbraaksnelheid. RT3D is een van de weinige modelcodes waarmee de sequentiële, ofwel achtereenvolgende afbraak van tetrachlooretheen (PER) naar trichlooretheen, naar cis-dichlooretheen naar vinylchloride (monochlooretheen) kan worden gesimuleerd.

**INVLOED VAN
STOFEIGENSCHAPPEN**

Gevoeligheidsanalyse en scenarioberekeningen

Zeker voor de stoftransportmodellen geldt dat de invoerparameters voor retardatie en afbraak hooguit bij benadering bekend zijn. Vaak zijn helemaal geen concrete locatiegegevens beschikbaar voor bijvoorbeeld de halfwaardetijden van PER, TRI, CIS en VC, en is het ook niet goed mogelijk om deze op korte termijn vast te stellen. Uitgaande van de best beschikbare gegevens uit bijvoorbeeld de literatuur moeten in deze situatie scenarioberekeningen worden uitgevoerd met verschillende waarden voor de retardatie, afbraakconstanten of halfwaardetijden. Daarmee wordt een beeld verkregen wat de invloed is van deze waarden op het verspreidingsgedrag van de verontreinigende stoffen, en kan bijvoorbeeld een best- en een worst-case scenario worden bekeken. In uitgebreide vorm wordt dit een gevoeligheidsanalyse. Hoe gevoelig is het model voor variatie in de parameters?

8.2.2

VERSPREIDING VERSUS BEHEERSEFFECT IN RELATIE TOT SYSTEEMTYPEN

Valt een grondwaterverontreiniging *binnen* de geohydrologische invloedssfeer van een WKO, dan kan het systeem leiden tot het verplaatsen van verontreinigd grondwater naar plaatsen die (nog) niet verontreinigd zijn. Verspreiden van sterk verontreinigd grondwater is in strijd met de wettelijke zorgplicht voor de bodem (artikel 13 Wbb).

Daartegenover staat dat WKO ook een positief hydrologisch effect kan hebben op een grondwaterverontreiniging, wat resulteert in een sterk verminderde mobiliteit van de verontreiniging. Dit effect kan worden versterkt door netto grondwater te onttrekken.

VERSPREIDING

Recirculatiesystemen

Bij recirculatiesystemen worden in het grondwater opgeloste verontreinigingen aangetrokken door de onttrekkingsfilters en weggedrukt door de infiltratiefilters. Dit kan een versterkte verspreiding van de opgeloste verontreinigingen tot gevolg hebben. Een optimaal beheersend effect wordt verkregen door aan de randen van de verontreiniging te onttrekken, en in het midden van de verontreiniging te infiltreren. Volledige beheersing kan echter alleen in uitzonderingssituaties worden verwacht.

Opslag: doubletten

Bij het energetisch gunstigere Warmte Koude Opslagsysteem, dat gebruik maakt van doubletten, wisselen per seizoen de onttrekkings- en infiltratiefilters, en is het ontwerpen van een combinatie met een beheersing van de verontreiniging in de meeste gevallen niet mogelijk. Zelfs bij een perfecte waterbalans tussen de seizoenen, zal het verontreinigde grondwater dat in één seizoen wordt geïnfiltrerd nooit volledig worden teruggehaald in het daaropvolgende onttrekkingsseizoen. Daarenboven moet in ieder geval worden voorkomen dat een deel van de filters buiten de verontreiniging wordt gesitueerd en een deel van de filters binnen de verontreiniging. Tenzij een watervoerend pakket over een dikte van enkele tientallen meters verontreinigd is, zal een monobron daarom meestal niet geschikt zijn.

Opslag: monobronnen

BEHEERSEFFECT

Bij een geavanceerd ontwerp van een WKO-systeem kan in tegenstelling tot het optreden van ongewenste verspreiding een WKO juist worden gebruikt als beheersmaatregel voor de grondwaterverontreiniging. De filters moeten dan zodanig worden gesitueerd en het onttrekkings- en infiltratieregime zo ingeregeld dat de verontreiniging 'gevangen' blijft in het invloedsgedebied van de WKO. In theorie is het op deze wijze mogelijk een grondwatercel te creëren die geohydrologisch vrijwel geheel is geïsoleerd van het van nature stromende grondwater buiten de verontreiniging. In de praktijk is het vrijwel onmogelijk om met een open systeem volledig te voorkomen dat een deel van de verontreiniging ontsnapt aan deze grondwatercel. Het beheerseffect kan worden vergroot door een deel van het grondwater niet te herinfiltreren (*bijvoorbeeld: lozing op riool, oppervlaktewater of hergebruik elders*). Netto onttrekken van grondwater is technisch mogelijk in watervoerende pakketten met voldoende watertoevoer. In gebieden waar sprake is van wateroverlast kan netto onttrekken een dubbel doel dienen (bestrijden wateroverlast en beheersmaatregel voor grondwaterverontreiniging). Nadeel van netto grondwateronttrekking is dat de kosten bij de meestal hoge grondwaterdebieten sterk kunnen oplopen als zuivering van het verontreinigde onttrekkingswater nodig is (zie §8.3.2).

8.2.3

EFFECT SYSTEEM OP (BIOLOGISCHE) AFBRAAKPROCESSEN VAN DE VERONTREINIGING

In principe zal een open WKO de processen waaraan verontreinigingspluimen in de bodem onderhevig zijn (zie ook §2.2) intensiveren. In hoeverre dit milieuhygiënisch gezien gunstig of ongunstig uitwerkt, is afhankelijk van de uitvoeringsvariant en het ontwerp. Bij de huidige stand van kennis is eveneens nog moeilijk te voorspellen of de versnelde menging de afbraak versnelt of vertraagt. Er zijn nog te weinig praktijkgegevens.

In veel verontreinigde grondwaterpakketten is in meer of mindere mate sprake van natuurlijke afbraak van aanwezige bodemverontreinigingen. Echter, vaak is deze afbraak langzaam en duurt het tientallen tot honderden jaren voordat de verontreiniging afgebroken wordt. Veelal is de reden voor de langzaam optredende afbraak de suboptimale condities voor afbraak. Ook het gebrek aan contact tussen de verschillende componenten die samen de afbraak realiseren (*bijvoorbeeld verontreiniging, bacteriën en nutriënten*) speelt hierin een rol. Door het in bedrijf nemen van een WKO neemt de stromingssnelheid van het grondwater binnen de invloedssfeer van de WKO toe en worden deze componenten versneld gemengd. Het gebrek aan contact tussen de verschillende componenten voor natuurlijke afbraak wordt hiermee grotendeels weggenomen. In de situatie dat alle componenten voor afbraak van nature aanwezig zijn in het grondwater, is het reëel te veronderstellen dat WKO een positieve impuls geeft aan het optreden van afbraak van de verontreinigingen. Daarentegen kan de menging er tevens toe leiden dat omgevings- of redoxcondities zich in ongunstige zin wijzigen en dat natuurlijke afbraak wordt geremd. De meetgegevens die bekend zijn, wijzen op dalende concentraties in het invloedsgedebied van de WKO's. Het is echter (nog) niet bekend of dit een gevolg is van toegenomen afbraak of verdunning. Verdunning speelt in elk geval een belangrijke rol.

AFBRAAK DRAAGT BIJ AAN BEHEERSING EN VERWIJDERING

Als WKO de afbraak inderdaad stimuleert, zal dit bijdragen aan een vermindering van de verontreinigingsgraad. Op korte termijn kan dit leiden tot lagere concentraties en minder verspreiding. Op de langere termijn kan op deze wijze een volledige verwijdering van de verontreiniging worden bereikt. Omdat een WKO-systeem voor langere tijd wordt aangelegd en bedreven, is deze termijn doorgaans geen probleem als in de tussentijd geen risico's voor mens en milieu ontstaan. De afwezigheid van risico's moet vooraf door modellering aannemelijk worden gemaakt en in de beheerfase door monitoring worden geverifieerd.

STIMULERING VAN NATUURLIJKE AFBRAAK

De van nature aanwezige componenten en condities zijn meestal niet perfect. Soms is de natuurlijke afbraak voldoende snel, en soms is sprake van een structureel gebrek aan een van de componenten en is bijsturing nodig om het evenwicht te herstellen. De benodigde componenten kunnen in principe worden toegediend aan het grondwater. Voor in-situ saneringen is hiermee de afgelopen decennia al veel ervaring opgedaan. De combinatie met WKO is echter nog relatief onbekend terrein. WKO-systemen worden doorgaans aangelegd voor een periode van 20-30 jaar. Deze periode kan worden gebruikt voor het behalen van een bevredigend saneringsresultaat. Daarom wordt aangeraden om in de eerste periode van 3-5 jaar allereerst de ontwikkeling van de natuurlijke (ongestimuleerde) afbraak te volgen, en na te gaan of actieve stimulering überhaupt noodzakelijk is. Er kleven namelijk ook risico's en kosten aan het toedienen van stoffen in de ondergrond (substraat, nutriënten, specifieke bacteriemassa). Toedienen van toeslagstoffen aan het grondwater leidt tot een toename van zwevende bestanddelen, en dientengevolge kunnen putverstoppingen

versneld en veelvuldig optreden. Het geven van een impuls aan afbraak door de additie van toeslagstoffen in de infiltratiebronnen moet uiterst terughoudend gebeuren. Alleen als de natuurlijke afbraak te langzaam is in verhouding met de levensduur van het WKO-systeem moet worden overwogen of toeslagstoffen worden toegediend via separaat aan te leggen infiltratiemiddelen.

AFBRAAK ALS STIMULANS VOOR BEHEERSING

Niet in alle gevallen wordt volledige sanering nagestreefd. Bijvoorbeeld omdat nalevering uit de deklaag te groot is, of omdat de totale vracht aan verontreinigende stoffen te groot is. Omdat natuurlijke en versterkte biologische afbraak leiden tot lagere concentraties verontreinigende stoffen, dragen deze processen ook bij aan de beheersing van een verontreiniging. Ten opzichte van het geohydrologisch beheerseffect kan beheersing door afbraak, afhankelijk van de situatie, dienen als:

1. extra zekerheid, als de geohydrologische beheersing in theorie toereikend is;
2. aanvullende beheersmaatregel bij storingen;
3. aanvulling, als een deel van het verontreinigde grondwater 'ontsnapt';
4. terugvalscenario als de geohydrologische beheersing blijvend faalt.

De intensiteit van de monitoring die nodig is om de beheersing door afbraak te verifiëren neemt toe van situatie 1 naar 4, evenredig met de bijdrage van natuurlijke afbraak aan het totale benodigde beheerseffect. Op de benodigde infrastructuur voor de monitoring wordt ingegaan in §8.3.3, handvatten voor de monitoringsparameters en -frequentie worden beschreven in hoofdstuk 9.

8.3 ONTWERP FYSIEK SYSTEEM

8.3.1 MATERIAALKEUZE IN RELATIE TOT VERONTREINIGINGSSITUATIE

Het filtermateriaal voor de onttrekkingsbronnen en infiltratiebronnen van reguliere WKO's (waar geen verontreiniging aanwezig is) bestaat in de regel uit PVC. Veelgebruikte materialen voor de terreinleidingen zijn PVC en PE. PVC is minder goed bestand tegen oplosmiddelen zoals VOCl. Ook zijn PE en in mindere mate PVC gevoelig voor minerale oliën als benzine en diesel.

Als een WKO-systeem fysiek in aanraking komt met een bodemverontreiniging bestaat het risico dat de verontreiniging een negatieve invloed heeft op de levensduur van het filtermateriaal. Zeker als de aangebrachte WKO-leidingen zak- en/of drijfslagen doorkruisen. Vooral de filterspleten kunnen gevoelig zijn voor hoge concentraties verontreiniging. Om deze reden is het van belang te weten wat de invloed is van de in het grondwater aanwezige verontreiniging op het geprefereerde materiaal voor het leidingwerk en de WKO-bronnen. Een aantal mogelijke materialen voor WKO's, de kosten per materiaal en een overzicht van de voor- en nadelen zijn opgenomen in afbeelding 8.18.

Afbeelding 8.18

Toelichting bij materiaalkeuze leidingwerk en filters WKO in relatie tot bodemverontreiniging met VOCl en BTEX

| | | Toepassing | Voordelen | Nadelen | |
|------------------------------------|------------------------------|---|---|---|--|
| Factor kosten ten opzichte van PVC | laag | | | | |
| | 1 | PVC Polyvinylchloride | Reguliere WKO wordt standaard PVC toegepast | Relatief goedkoop Kan verweken / oplossen in aanwezigheid concentraties oplosmiddelen (VOC) groter dan enkele mg/l | |
| | 2 | PE Polyethyleen | Drinkwaterleidingen Bodemsanering bronzones | Relatief goedkoop Redelijk bestand tegen verontreinigingen | Plasticiteit leidt tot vervorming bij hoge drukken Minimale filterspleet diameter 1 mm Materiaal is permeabel voor verontreinigingen PE minder geschikt bij grote diepten |
| | 3 | | | | |
| | 4 | GRS / GVK Glasvezel versterkt kunststof | Rioleringen, industrie, chemie | Sterk materiaal. Bestand tegen chemicaliën / verontreinigingen | Hoge kosten |
| 5 | RVS Roestvrijstaal | Zeer divers | Corrosiebestendig. Bestand tegen chemicaliën / verontreinigingen | Zeer hoge kosten | |
| | hoog | | | | |

Voor de materiaalkeuze in relatie tot grondwaterverontreiniging met VOCl en BTEX zijn de volgende factoren van belang:

- vooraf aanwezige concentraties van verontreinigende stoffen;
- nivelleren van verontreinigingsconcentraties in de watervoerende laag waaruit WKO wordt gewonnen;
- effect van stilstaand versus stromend verontreinigd grondwater.

**CONCENTRATIES
VERONTREINIGING**

In de praktijk bestaan bijna alle gevallen van grootschalige, diepe grondwaterverontreiniging die interfereert met WKO uit de stof VOCl (zie hoofdstuk 2). Kenmerk van deze stof is het grillige verspreidingspatroon tot op grote diepte. Langs de stijgbuizen en de bronfilters kan sprake zijn van grote verschillen in concentraties op kleine afstand (enkele meters). De impact van een verontreiniging in oplossing met een concentratie van enkele microgrammen per liter is volledig anders dan de impact van puur product op het filtermateriaal. Na het in werking treden van een WKO-systeem zullen deze concentraties relatief snel uitvlakken in het bodemtraject waar het bronfilter is gesitueerd. Volgens de huidige inzichten is het een reële afweging om het regulier toegepaste PVC in te zetten bij een VOCl-concentratie van minder dan 1 mg/l in het grondwater¹⁰. Daarnaast zijn de meerkosten voor een chemisch bestendig materiaal als GRS/GVK of RVS dermate hoog, dat het herplaatsen van een aantal filters van PVC kan worden overwogen.

**NIVELLEREN
CONCENTRATIES
VERONTREINIGING**

Als een verontreiniging binnen de invloedssfeer van een WKO ligt, is het relevant om de afweging voor de materiaalkeuze te maken op basis van de verwachte gemiddelde concentratie van de verontreiniging in het grondwater uit het desbetreffende watervoerende pakket. Als gevolg van het verpompen van grondwater van de onttrekkings- naar de infiltratiebron wordt het water met daarin de verontreiniging gehomogeniseerd.

¹⁰ Het WKO-systeem van de Jaarbeurs in Utrecht draait al enkele jaren in een VOCl-verontreiniging met concentraties van gemiddeld 300 µg/l.

Hierdoor zullen piekconcentraties verontreiniging in de watervoerende laag afvlakken, waardoor de intensiteit van het contact van de verontreiniging met het filtermateriaal afneemt. Vanwege de doorgaans grote grondwaterdebieten bij WKO is het nivellerende effect op de concentratie aan grondwaterverontreiniging snel zichtbaar (binnen enkele seizoenen). Daarnaast hoeft het niet direct tot problemen te leiden als de prestatie van een gering deel van het filter achteruit gaat.

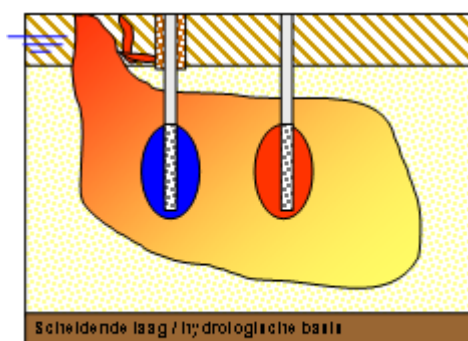
EFFECT STILSTAAND VS STROMEND GRONDWATER

Een andere situatie treedt op als verontreiniging aanwezig is in een deel van de bodem waaruit geen grondwater wordt verpompt, en waar wel een deel van het WKO-systeem aanwezig is. Bijvoorbeeld een stijgbuis in een sterk verontreinigde deklaag of een ander (gedeelte van) een watervoerend pakket (zie afbeelding 8.19). In deze situatie is sprake van relatief ‘stilstaand’ verontreinigd grondwater rondom de stijgbuis van de WKO bronnen. Risico hierbij is dat plaatselijk aanwezige sterke verontreiniging in contact komt met de stijgbuis. Omdat het grondwater in dit deel van de bodem buiten de invloedssfeer van de WKO valt worden deze concentraties niet genivelleerd, en langdurige inwerking op het WKO-systeem kan de levensduur van het systeem sterk verkorten. Aantasting van het leidingwerk kan worden voorkomen door het directe contact tussen de verontreiniging en het WKO-systeem weg te nemen. Bij verontreinigingen rondom de stijgbuis kan een omstorting worden aangebracht over de diepte van het bodemprofiel waar de verontreiniging aanwezig is (zie afbeelding 8.19 links). Als een sterke verontreiniging in de leeflaag aanwezig is in het tracé van de distributieleiding, is de meest eenvoudige oplossing deze ondiepe verontreiniging te ontgraven (zie afbeelding 8.19 rechts).

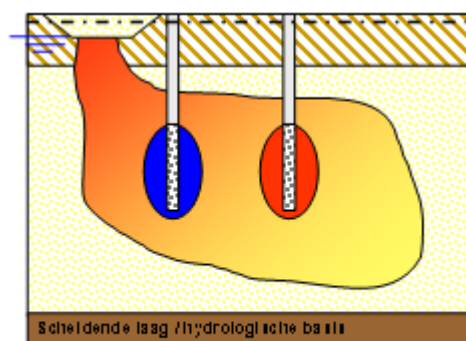
Afbeelding 8.19

Maatregelen om contact tussen verontreiniging en WKO-systeem weg te nemen

-  Deklaag
-  Verontreiniging
-  Omstorting stijgbuis
-  Koudebron
-  Warmtebron
-  Aanvulzand ontgraving
-  Distributieleiding WKO



Omstorting rond stijgbuis om contact met sterke verontreiniging te voorkomen



Gronds anering leeflaag om contact sterke verontreiniging met distributieleiding te voorkomen

Als bij het ontwerp primair gekozen wordt voor een beheersing van de verontreiniging, moeten horizontale en verticale grenzen worden gedefinieerd waarbinnen de verontreiniging opgesloten dient te blijven. Deze grenzen kunnen enigszins buiten het verontreinigde gebied liggen, als daardoor de bodem beter als reactievat (met biologische afbraak van de verontreinigende stoffen, zie §8.2.3) kan worden gebruikt. Dit biedt enige speelruimte voor het ontwerp van de WKO, waarvan de invloedssfeer daarom niet helemaal met de verontreiniging hoeft samen te vallen. Voorwaarde is wel dat de uiteindelijke bodemkwaliteit verbetert.

8.3.2

ZUIVEREN VAN GRONDWATER EN VERSTOPPINGSPROBLEMATIEK

Bij reguliere WKO systemen wordt het grondwater uit de onttrekkingsbronnen door de warmtewisselaar geleid, en zonder verdere beïnvloeding teruggebracht in de bodem via de infiltratiebronnen. Bij WKO met een sanerend effect op de verontreiniging wordt soms gekozen voor behandeling van het onttrekkingswater, voordat het water weer wordt geïnfiltreerd. Dit kan zijn het zuiveren van water in een waterzuiveringsinstallatie (zie *onderstaande alinea*) of het toevoegen van toeslagstoffen aan het infiltratiewater (zie §8.2.3). Bij keuze voor een van deze opties moet rekening worden gehouden met een toenemend risico voor verstopping van de WKO-bronnen.

WATERZUIVERING

Bovengrondse zuivering van onttrekkingswater voorafgaand aan infiltratie draagt bij aan de sanering van de grondwaterverontreiniging. Kanttekening hierbij is dat in de meest voorkomende gevallen alleen zuurstofloos (anaëroob) water geïnfiltreerd kan worden om putverstopping te beperken¹¹. De kosten voor zuivering bedragen al snel enkele dubbeltjes tot euro's per m³ water (*afhankelijk van het debiet per uur en de waterzuiveringstechniek*). Gezien de grote watervolumes van WKO op jaarbasis, is zuivering van het gehele grondwaterdebiet voor WKO om financiële redenen doorgaans minder interessant. Met energiewinning als drijfveer is de keuze voor een doorstroomsysteem ter plaatse van een grondwaterverontreiniging eveneens niet rendabel door de hoge zuiveringskosten en bijkomende leges voor lozing op riool of oppervlaktewater. Wel kan gekozen worden om een deelstroom te zuiveren, bijvoorbeeld 5 tot 20% van het totale debiet en deze waterstroom te lozen op riool op oppervlaktewater. Hiermee kan alsnog een beheersend of sanerend effect worden bereikt tegen aanzienlijk lagere zuiveringskosten.

VERONTREINIGD WATER BIJ POMPPROEF, ONTWIKKELEN EN PUTREGENERATIE

Bij het uitvoeren van een pompproef, het ontwikkelen van de bronnen of regeneratie van de WKO-bronnen kan verontreinigd water vrijkomen. Dit water wordt in de regel geloosd op het riool of oppervlaktewater (*afhankelijk van de beschikbaarheid en de capaciteit*). Als de kwaliteit van het vrijkomende water niet voldoet aan de gestelde eisen voor lozing moet formeel een waterzuiveringsinstallatie worden geplaatst om de kwaliteit terug te brengen tot de geldende norm. In de praktijk gaat het echter om een relatief beperkte hoeveelheid water (ordegrootte enkele honderden kuubs) die incidenteel vrijkomt. De kosten voor zuivering van deze waterstroom zijn daarom onevenredig hoog. Door dit bespreekbaar te maken met het Waterschap (Bevoegd Gezag voor lozingen) kan gezamenlijk worden gezocht naar een oplossing en mogelijk ontheffing worden verleend voor (het tijdelijk) lozen van ongezuiverd water.

8.3.3

MONITORINGSINFRASTRUCTUUR







De monitoring dient om het vooraf opgestelde conceptueel model te toetsen aan de realiteit en eventuele belangrijke verschillen te identificeren waarop vervolgens de bedrijfsvoering moet worden aangepast. Deze cyclus van meten, toetsen en bijsturen moet regelmatig worden doorlopen (zie *hoofdstuk 9*). Belangrijk verschil met de monitoring van een reguliere WKO is dat niet volstaan kan worden met puntmonitoring bij de onttrekkings- en infiltratiefilters, maar dat een ruimtelijk beeld nodig is van verontreinigings- en procesparameters.

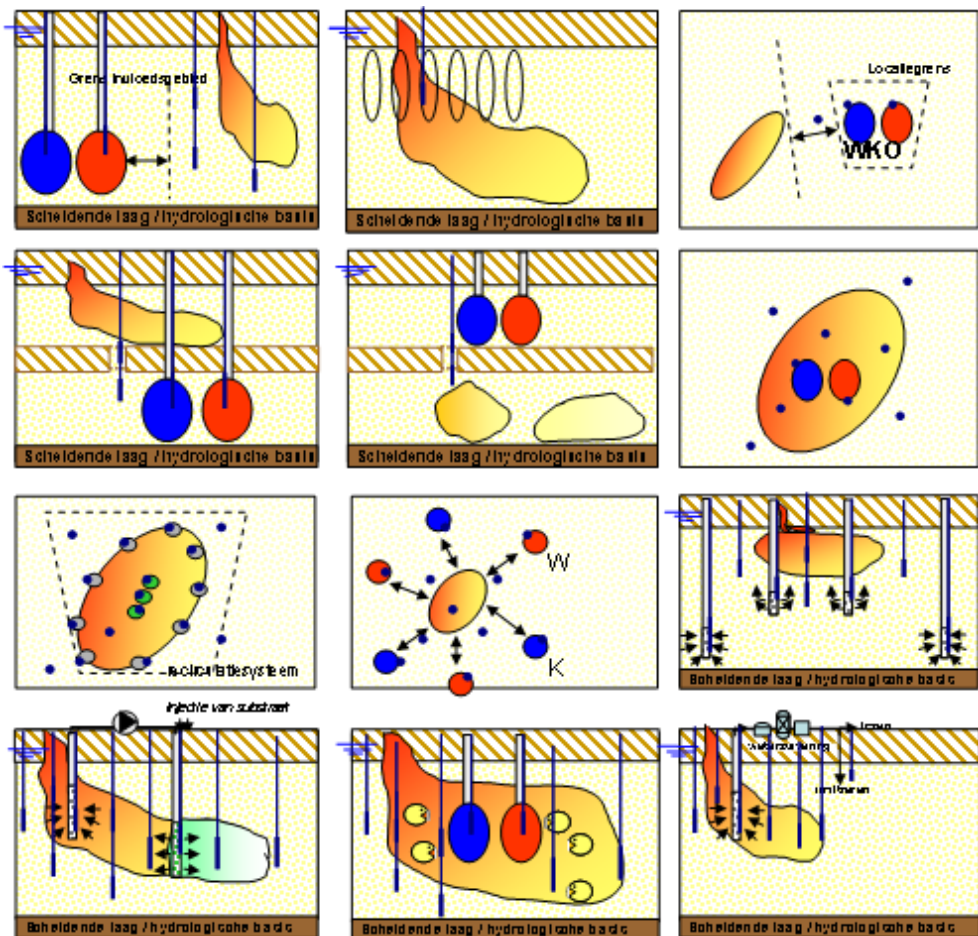
¹¹ Als zuurstofrijk water in contact komt met dieper gelegen zuurstofarm grondwater dat ijzer(II)ionen bevat, kan oxidatie van deze ijzerionen (roestvorming) putverstopping veroorzaken.

Hiervoor zullen in de relevante bodemlagen in het door de WKO beïnvloede gebied monitoringpeilbuizen moeten worden geplaatst. Dit brengt ten opzichte van de reguliere WKO-monitoring hogere kosten met zich mee. Deze kosten moeten echter worden vergeleken met de kosten van omvangrijke afzonderlijke sanerings- of beheersmaatregelen voor de verontreiniging.

Vooraf dient de verontreinigings situatie driedimensionaal in beeld te zijn gebracht. De hiervoor geplaatste peilbuizen kunnen veelal opnieuw worden gebruikt voor de monitoring tijdens het in bedrijf zijn van de WKO. Afhankelijk van de nauwkeurigheid waarmee de verontreiniging is uitgeteerd, zijn aanvullende peilbuizen nodig. Afhankelijk van de kwaliteit van de geplaatste peilbuizen en de tijd die sinds de uitkartering is verstreken, moet er op worden gerekend dat een deel van het peilbuizenmeetnet verloren is gegaan of niet meer terug kan worden gevonden. Peilbuizen rond en onder de verontreinigingspluim worden ingezet om het beheerseffect te controleren. Peilbuizen in de pluim zijn vooral bruikbaar om het concentratieverloop van de verontreiniging te volgen. Daarnaast zijn referentiepeilbuizen nodig buiten de verontreiniging en het invloedsgebied van de WKO. In afbeelding 8.20 zijn figuren opgenomen die de mogelijke positionering van monitoringspeilbuizen aangeven ten opzichte van het bodemenergiesysteem en de verontreiniging.

Afbeelding 8.20
Mogelijke positionering monitoringspeilbuizen rondom bodemenergiesysteem en verontreiniging

-  Onttrekkingsbron
-  Infiltratiebron
-  Koudebron
-  Warmtebron
-  Verontreiniging
-  Monitoringspeilbuis met filter(s)



Een algemeen overzicht van welke parameters waar moeten worden gemeten is gegeven in tabel 8.6, voor zowel gesloten als open systemen.

Tabel 8.6

Monitoring gericht op grondwaterverontreiniging bij WKO tijdens exploitatiefase

(monitoring voortvloeiend uit Wbb is niet opgenomen in deze tabel)

| | Wat meten? | Waar meten? |
|----------------------------|---|---|
| Gesloten systeem | Gehalte verontreiniging | Periodiek bij lussen |
| Open systeem - beheersen | Stijghoogte Gehalte verontreiniging Debiten Temperatuur | On-line continu binnen invloedsgedebied Periodiek bij bronfilters en rand invloedsgedebied On-line continu bij bronfilters On-line continu bij bronfilters |
| Open systeem - verwijderen | Stijghoogte Gehalte verontreiniging Grondwaterkwaliteit en geochemie gericht op afbraak verontreiniging Debiten Temperatuur | On-line continu binnen invloedsgedebied Periodiek binnen invloedsgedebied Periodiek binnen invloedsgedebied On-line continu bij bronfilters On-line continu bij bronfilters |

De verdeling van aantallen te bemonsteren peilbuizen in deze categorieën is afhankelijk van de hoofddoelstelling van de sanering: verwijdering of beheersing van de verontreiniging, en of de WKO en de sanering het gebiedsgericht beleid is ingepast. Een indicatie van het benodigde aantal monitoringsfilters is opgenomen in tabel 8.7.

Tabel 8.7

Indicatie aantal monitoringsfilters per systeem en per verontreinigingspluim

| | Rond pluim | In pluim | Onder pluim | Bij filter |
|---|------------|----------|-------------|------------|
| Gesloten WKO | | | | |
| Open WKO nabij verontreiniging | | | | |
| Open WKO in verontreiniging, beheersing | | | | |
| Open WKO in verontreiniging, verwijdering | | | | |
| Open WKO in verontreiniging, gebiedsgericht | | | | |

- Geen monitoringsfilters
- Een of enkele monitoringsfilters
- Meerdere monitoringsfilters

De monitoring van de verontreiniging kan efficiënt worden gecombineerd met de reguliere monitoring van de WKO-installatie. In hoofdstuk 9 wordt ingegaan op de monitoringsparameters.

8.4

VERGUNNINGEN

8.4.1

WATERWET

VERGUNNING WATERWET

Voor een reguliere WKO is een vergunning nodig in het kader van de Waterwet (voor december 2009 viel dit nog onder de Grondwaterwet). De grootte van het systeem bepaalt de intensiteit van de vergunningsaanvraag (*effectenstudie versus MER*) en de benodigde proceduretijd (zie §8.4.3 tijdspad tot realisatie). Onderdeel van de huidige vergunningsprocedure Waterwet (Wtw) voor een WKO is het vaststellen van het effect van het systeem op de omgeving. Het onttrekken en infiltreren van grondwater voor WKO heeft immers effect op de grondwaterstromingssnelheid en -richting. Vanuit dit perspectief moet ook in de vergunningsaanvraag Wtw aandacht worden besteed aan het effect van WKO op een nabijgelegen grondwaterverontreiniging.

**ADVIES TASKFORCE:
PROCEDURE VERSNELLEN!*****Van advies Taskforce WKO naar AMvB bodemenergie***

De ambtelijke werkgroep Taskforce WKO heeft in maart 2009 de rapportage 'Groen licht voor Bodemenergie' opgeleverd waarin zij onder andere de aanbeveling doet om de vergunningsprocedure voor open systemen waar mogelijk te versnellen [lit.1]. Hiertoe heeft de Taskforce het verkeerslichtmodel geïntroduceerd. In de tweede helft van 2009 en in 2010 wordt het model nog aangepast. Ten tijde van het opstellen van deze handreiking was de uitwerking van het advies van de Taskforce in de AMvB bodemenergie nog niet definitief.

8.4.2**WET BODEMBESCHERMING (IS EEN SANERINGSPLAN NODIG VOOR MIJN LOCATIE?)****BESCHIKKING WBB ALS
(MOGELIJK) SPRAKE IS VAN
EEN EFFECT OP DE
VERONTREINIGING*****Als exploitatie van WKO een effect heeft op de verontreiniging: beschikking nodig***

Cruciaal bij de vraag of een saneringsplan nodig is voor een te realiseren WKO, is of de WKO *effect* heeft op de verontreiniging (zie §6.1). Als een WKO geen effect heeft op een nabijgelegen verontreiniging, is een saneringsplan niet van toepassing. Heeft een WKO wél effect op de verontreiniging, dan is onderdeel van de vergunningsprocedure dat een beschikking in het kader van de Wbb wordt verkregen. Hiervoor moet een saneringsplan worden opgesteld waarin het effect wordt gekwantificeerd en afdoende onderbouwing wordt gegeven voor de keuze voor de saneringsvariant. In sommige gevallen is een gebiedsplan van kracht (gebiedsgericht beheer). Als hiervan sprake is moet worden nagegaan of kan worden volstaan met een melding, of dat een wijziging Wbb-plan nodig is.

Soms is het niet direct duidelijk of een WKO een effect heeft op een verontreiniging of niet. In deze situaties zal als onderdeel van de vergunningsaanvraag Waterwet het effect op de verontreiniging in beeld worden gebracht. Bijvoorbeeld met behulp van een grondwatermodel. Als uit de vergunningsaanvraag Waterwet blijkt dat sprake is van geen of een verwaarloosbaar effect zal het Bevoegd Gezag Wbb *in de meeste gevallen* volstaan met een afdoende onderbouwing van het verwachte effect en is het opstellen van een saneringsplan niet nodig. Het mandaat voor deze keuze (*is wel of geen saneringsplan nodig*) ligt echter bij het Bevoegd Gezag Wbb.

**RAAMSANERINGSPLAN,
DEELSANERINGSPLAN**

In sommige gevallen is tijdens het opstellen van het saneringsplan nog niet bekend of en hoe bodemenergie wordt ingepast. In deze situatie kan het indienen van een raamsaneringsplan uitkomst bieden. Een raamsaneringsplan richt zich op het beschrijven van doelstellingen en procedures en laat ruimte open om in een later stadium de manier van aanpak om de doelstellingen te bereiken gedetailleerd uit te werken in een deelsaneringsplan.

GEFASEERDSANERINGSPLAN

Voor een gefaseerd saneringsplan kan worden gekozen als de sanering gericht is op een deel van de verontreiniging, in plaats van op het gehele geval. In deze situatie is het niet noodzakelijk dat het gehele geval in beeld is gebracht en afgeperkt. In een gefaseerd saneringsplan moet (net als in een deelsaneringsplan) de saneringsaanpak concreet zijn beschreven.

Het in een vroeg stadium informeren van het Bevoegd Gezag Wtw en/of Wbb door middel van bijvoorbeeld een vooroverleg draagt bij aan een vlotte vergunningsprocedure.

BESCHIKKING WBB ALS SPRAKE IS VAN AANLEG WKO IN EEN GEVAL VAN VERONTREINIGING

Bij aanleg van een WKO in een geval van verontreiniging: beschikking nodig

Als WKO bronnen of bijbehorend leidingwerk worden aangelegd in een geval van verontreiniging is voor deze handeling een beschikking in het kader van de Wbb vereist. Als nog geen beschikking op een saneringsplan is afgegeven, zal een (deel)saneringsplan moeten worden opgesteld als onderdeel van de vergunningsaanvraag Wbb. Dit (deel)saneringsplan gaat minimaal in op de te bereiken doelstelling, het verwachte effect dat de ingreep heeft op de verontreinigingssituatie en beschrijft een plan van aanpak. Als al wel een beschikking op een saneringsplan is afgegeven kan doorgaans worden volstaan met een wijziging saneringsplan of een melding. Afstemming met het Bevoegd Gezag geeft uitsluitsel over de benodigde aan te leveren informatie voor de vergunningsaanvraag.

Aandachtspunten bij opstellen van een saneringsplan:

- Randvoorwaarden voortkomende uit reeds afgegeven vergunningen en beschikkingen Wbb moeten worden meegenomen in de afweging die wordt beschreven in het saneringsplan (zie §5.1.2).
- Indien de initiatiefnemer van de WKO niet dezelfde partij is als de verantwoordelijke van de verontreiniging is het noodzakelijk dat beide partijen inhoudelijk overeenstemming bereiken over de saneringsaanpak zoals beschreven in het saneringsplan.

8.4.3

TIJDSPAD TOT REALISATIE?

Tijdsfad reguliere WKO

PROCEDURETIJD ANNO 2009

De huidige procedure voor een vergunningsaanvraag Waterwet voor een reguliere WKO duurt in principe minimaal 6 maanden en gaat gepaard met onderzoekskosten en leges (samen circa 9.000 euro) en monitoringskosten (circa 3.500 euro per jaar) [lit.1]. Vanwege de lange proceduretijd moet de keuze voor een open systeem vroeg worden opgenomen in het ontwerp stadium. Deze relatief lange proceduretijd is voor veel (her)ontwikkelingsprojecten waar WKO wordt overwogen een bottleneck. De Nederlandse Vereniging voor Ondergrondse Energieopslag (NVOE) wijst naar het huidige vergunningsstelsel als voornaamste rem op de groei van open systemen.

Tijdsfad WKO met effect op grondwaterverontreiniging

PLANFASE

In geval van realisatie van een WKO met effect op een grondwaterverontreiniging of een combinatiesysteem, kan zowel de benodigde tijd voor de planfase van het systeem als de proceduretijd nog verder toenemen. De randvoorwaarden voor het ontwerp van dergelijke systemen zijn integraler dan voor reguliere WKO systemen. Naast de gewenste energielevering en energie-efficiency, spelen het (hydrologische) effect op de verontreiniging en eventueel de mate van sanerend effect op de verontreiniging een bepalende rol. In de regel zal voor dergelijke systemen vanuit meerdere disciplines een bijdrage worden geleverd aan het uiteindelijke ontwerp van het systeem. De benodigde extra tijd is sterk afhankelijk van de complexiteit en omvang van het project.

PROCEDURETIJD

Wtw: 6 maanden of langer
Wbb: 15 weken

Conform de huidige wet- en regelgeving (april 2010) is voor een WKO met effect op een grondwaterverontreiniging naast een vergunning Waterwet óók een beschikking Wbb nodig op een saneringsplan. Onderdeel van de vergunningsaanvraag Waterwet is dat het effect op de verontreiniging wordt gekwantificeerd en goed bevonden door het Bevoegd Gezag Wbb.

Een vergunning Waterwet kan alleen worden verleend als het ontwerp van het systeem past binnen de randvoorwaarden die zijn gesteld in het beschikte saneringsplan. Om een

toename van de benodigde proceduretijd te voorkomen kan een gecombineerde vergunningsaanvraag worden ingediend. Bij een gecombineerde aanvraag is sprake van een parallel vergunningstraject, waarbij de Bevoegde Gezagen Waterwet en Wbb contact onderhouden over de vergunningsaanvraag.

8.5

CHECKLIST AANLEG SYSTEEM

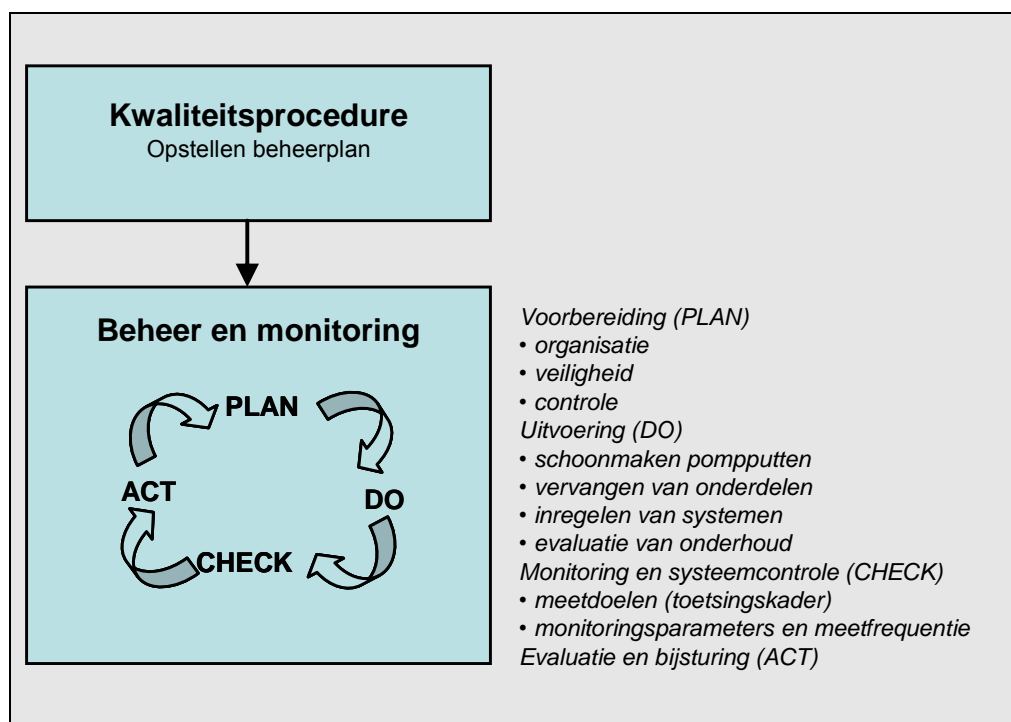
Specifieke aandachtspunten bij aanleg van een WKO-systeem in of nabij verontreiniging:

- Grondverzet voor aanleg van een WKO-systeem (distributieleidingen, WKO-bronnen, et cetera) in verontreinigde grond moet worden uitgevoerd conform BRL 7000, SIKB-protocol 7001 en onder toezicht van een milieukundig begeleider (MKB-er).
- Toekomstige onderhoudswerkzaamheden aan het ondergrondse systeem moeten plaatsvinden in minimaal bodemfunctieklaas industrie. Dit betekent dat eventueel verontreinigde grond in de kabels- en leidingentracés, en in de directe omgeving van de bronnen moeten worden gesaneerd tot minimaal deze functieklaas. Lokaal kunnen strengere eisen zijn gesteld aan de minimaal vereiste bodemkwaliteit. In deze gevallen geldt de lokaal vastgestelde bodemfunctieklaas.
- Eventueel verontreinigde (boor)grond moet worden afgevoerd naar een erkend verwerker.
- Indien werkzaamheden in verontreinigde grond plaatsvinden, dienen veiligheidsmaatregelen te worden genomen conform CROW-P132.
- Voorkomen van het doorboren van waterscheidende lagen en daaruit volgende verdere verspreiding van de verontreiniging.
- Houd rekening met eventueel vrijkomend verontreinigd grondwater tijdens het plaatsen en het ontwikkelen van de bronnen. Kan het water ongezuiverd worden geloosd op het riool of oppervlaktewater, of is een zuiveringsstap nodig en welke vergunningen/ meldingen zijn hiervoor vereist (Waterschap cq. gemeente).
- Houd in de exploitatie rekening met de kosten voor het lozen van eventueel verontreinigd grondwater en de afvoer van verontreinigde grond (opslag en afvoer).

HOOFDSTUK

9

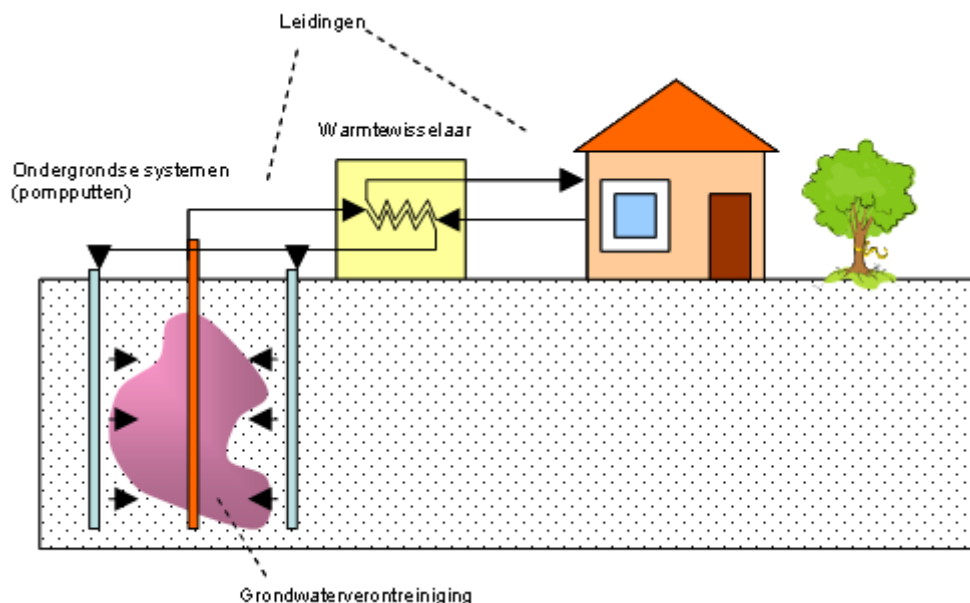
Fase 4: Beheerfase



Voor het beheer van een WKO-systeem in een bodemverontreiniging dient te worden voldaan aan zowel het behalen van een optimaal energierendement als aan het bewerkstelligen van de afgesproken saneringsdoelstellingen. De diverse technische, beleidsmatige en organisatorische aspecten die daarbij een rol spelen zijn in dit hoofdstuk uitgewerkt. Daarbij ligt het accent op de consequenties van een bodemverontreiniging voor de werking van de ondergrondse systemen en niet op de bovengrondse leidingen en de warmtewisselaar (zie afbeelding 9.21). Aangezien een gesloten WKO en een verontreiniging, indien deze handleiding goed is gevolgd, in de beheerfase nauwelijks invloed op elkaar hebben, gaat dit hoofdstuk vooral over open WKO's.

Afbeelding 9.21

Demarcatie tussen ondergronds- en bovengrondssysteem



9.1

KWALITEITSPROCEDURE

In de beheerfase komt het aan op een goede borging van de werking van het systeem, het behalen van een optimaal energierendement en het voldoen aan de gestelde bodemsaneringsdoelstelling. Bestaande procedures voor het beheer, inclusief onderhoud, van een WKO-systeem enerzijds en het uitvoeren van een bodemsanering (door middel van verwijdering en/of beheersing van de verontreiniging) anderzijds, dienen te worden geïntegreerd. Aanbevolen wordt om een beheerplan op te stellen gebaseerd op de algemeen geldende procedure voor kwaliteitsborging volgens Demming (zie afbeelding 9.22).

BEHEERPLAN

In de kwaliteitsborging worden 4 stadia onderscheiden:

1. Plan: voorbereiding.
2. Do: uitvoering.
3. Check: monitoring en controle op de werking.
4. Act: evaluatie en zonodig bijsturing.

In het beheerplan moet staan hoe en wanneer onderhoud plaatsvindt, hoe zal worden gemonitord, aan welke voorwaarden de werking van het systeem moet voldoen en wat de acties zijn als afwijkingen ten opzichte van de geplande werking worden geconstateerd. Ook aspecten als veilig werken en de communicatie naar de Bevoegde Gezagen dienen in het beheerplan te worden opgenomen. Bovenal moet in dit beheerplan worden aangegeven hoe het beoogde energierendement in relatie tot de saneringsdoelstelling wordt geborgd. Belangrijk is dat de hierover gemaakte afspraken worden gedragen door alle betrokkenen en eenduidig worden vastgelegd, als basis voor eventueel te nemen beslissingen wanneer het systeem niet blijkt te functioneren zoals verwacht.

ONDERDELEN BEHEERPLAN

In het beheerplan zullen de volgende documenten moeten worden gebundeld:

- vergunningen (SP, grondwaterontrekkingsvergunning, lozingsvergunning op riool of oppervlaktewater);
- onderhoudslogboek;
- monitoringsplan met criteria voor actie;
- evaluatie- en bijsturingrapportage;
- voortgangsrapportages voor het Bevoegd Gezag;

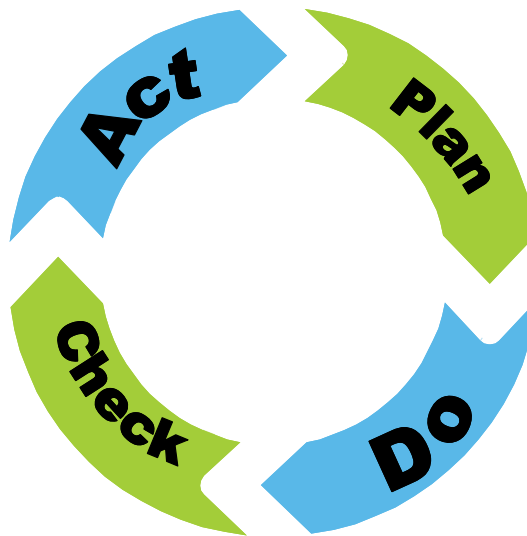
- calamiteitenplan;
- stappenplan voor ingrepen (terugvalscenario's).

Tijdens de beheerfase worden de onderhoudswerkzaamheden geregistreerd in een onderhoudslogboek. Een onderhoudsbestek is onontbeerlijk om tot een goed onderhoudslogboek te komen.

In de volgende paragrafen worden deze aspecten nader uitgewerkt. Daarnaast wordt verwezen naar de geldende protocollen voor het uitvoeren van bodemsaneringen en nazorgprojecten (zie www.bodemrichtlijn.nl), die door een deskundig adviesbureau in het beheerplan dienen te worden geïntegreerd.

Afbeelding 9.22

Kwaliteitsborging volgens Demming



De in afbeelding 9.22 weergegeven Demmingcirkel moet in principe op verschillende niveaus worden doorlopen. Geconstateerde afwijkingen kunnen bijvoorbeeld in eerste instantie aanleiding zijn om alleen de monitoring te intensiveren, waarmee de cirkel eenvoudig en snel, zonder dat alle partijen hierin betrokken hoeven te worden, wordt doorlopen. Als geconstateerde afwijkingen door intensievere monitoring worden bevestigd, zijn grotere ingrepen nodig die wel moeten worden afgestemd met alle partijen. Dit wordt in de volgende paragrafen nader geconcretiseerd.

9.2

VOORBEREIDING (PLAN)

9.2.1

ORGANISATIE EN OVERLEG

BETROKKEN PARTIJEN

De inhoud van het beheerplan moet door de initiatiefnemer / systeembeheerder worden afgestemd met alle betrokken partijen, zoals de eigenaar van de verontreiniging, de gemeente, indien aanwezig de gebiedscoördinator, het Bevoegd Gezag Wet bodembescherming (Wbb) en Waterwet (Wtw), het waterschap, et cetera. Het is uiteraard van wezenlijk belang dat tussen al deze partijen goede afspraken worden gemaakt over het beoogde beheer van het systeem. Dit betreft ook afspraken over wat te doen als afwijkingen ten opzichte van de geplande werking van het systeem worden geconstateerd. Indien dit na het doorlopen van de Demmingcirkel het geval blijkt, moet (bij het begin van de nieuwe cyclus) opnieuw overleg tussen de partijen plaatsvinden.

Het akkoord van het Bevoegde Gezag Wbb op een WKO in een bodemverontreiniging wordt in principe gegeven op basis van een afweging van baten en lasten en het voorkomen van risico's voor mens en milieu. Dit dient wel waargemaakt te worden, of anders gezegd: de beheerder van het WKO-systeem dient zich te conformeren aan de gestelde saneringsdoelstellingen in het saneringsplan.

9.2.2

VEILIGHEID

De ligging in een verontreiniging hoeft in principe nauwelijks effect te hebben op het veilige gebruik van de WKO, omdat voor het normaal functioneren al een zodanig robuuste installatie nodig is dat daarin ook verontreinigd grondwater zonder risico's kan worden rondgepompt. Dit wordt anders als omvangrijke additionele saneringsmaatregelen worden toegepast. Aanbevolen wordt om het beheer en de daarbij behorende onderhoudswerkzaamheden te laten uitvoeren door gecertificeerde medewerkers voor het werken op verontreinigde locaties. Wel wordt geadviseerd om voor alle WKO's in verontreinigingen te beschikken over een calamiteitenplan bij lekkage van de systemen. Bovendien is het raadzaam om voorzorgsmaatregelen te treffen bij lekkagegevoelige delen van het systeem, zoals vloeistofdichte vloeren en controledrainage.

CALAMITEITENPLAN

9.2.3

CONTROLE

BESCHIKKINGEN/ VERGUNNINGEN

Zowel vanuit de Wbb als de Wtw worden eisen gesteld aan de werking van het systeem.

Hiervoor zijn in het voortraject door de betreffende instanties beschikkingen afgegeven:

- Beschikking op het Saneringsplan (SP) – Provincie of Wbb-bevoegde gemeente.
- Grondwateronttrekkingsvergunning in het kader van de Wtw – Provincie.
- Wtw-vergunning voor de kwaliteit van het lozen van water (eventueel) – Waterschap.

In tegenstelling tot WKO is voor bodemsanering in principe geen gesloten water- en energiebalans vereist. Voor een WKO die tevens dient als bodemsanering kan de eis van een neutrale water- en energiebalans in principe, in overleg met het Bevoegde Gezag Wtw en Wbb, komen te vervallen. Onttrekken van grondwater en toevoer van warmte kunnen immers als saneringsactiviteiten worden beschouwd. Wel dient, zoals bij elke WKO, aangetoond te worden dat er geen ongewenste (omgevings)effecten zijn. Hiervoor wordt verwezen naar de richtlijnen van de NVOE [lit.5].

Bij de aanwezigheid van verontreiniging zijn bovendien de volgende aspecten van speciaal belang:

BELANGRIJKE CONTROLE ASPECTEN BIJ AANWEZIGHEID VERONTREINIGING

- Infiltratietemperatuur beneden 25°C (eis in provinciale verordeningen) tot tijdelijk maximaal 30°C (advies TCB d.d. 6 oktober 2009¹², [lit.9]).
- Eventueel te lozen overtollig bemalingswater moet voldoen aan de door het Waterschap gestelde eisen, die per Waterschap verschillen (volgens wettekst Wtw).

¹² De TCB geeft niet aan wat met 'tijdelijk' bedoeld wordt, maar noemt wel als voorbeeld extreme hitte met daarmee gepaard gaande hoge koelvraag, een situatie die doorgaans niet meer dan een paar weken zal duren. Een verhoogde retourwatertemperatuur van 30° C gedurende enkele jaren kan als saneringsmaatregel in het saneringsplan worden opgenomen, in combinatie met monitoring van geochemische effecten. Afhankelijk van de monitoringsresultaten kan de periode dat deze saneringsmaatregel wordt toegepast worden ingekort of verlengd. Toepassing van een dergelijke verhoogde retourwatertemperatuur brengt synergie met zich mee omdat zo ook het energierendement wordt verhoogd.

- Geen risico's voor mens en milieu door bijvoorbeeld uitdamping van verontreinigingen (gebaseerd op Wbb).
- Geen verslechtering van de milieuhygiënische toestand door onbeheerste verspreiding van verontreinigingen via het grondwater, afhankelijk van gevals- of gebiedsgerichte aanpak (gebaseerd op Wbb).
- Afhankelijk van het saneringsdoel beperking van de verspreiding binnen afgesproken grenzen of afname van de totale vracht van verontreinigingen (gebaseerd op Wbb).

Door het geregeld monitoren in peilbuizen en in de pompputten kan worden gecontroleerd of aan deze voorwaarden wordt voldaan. Desgewenst wordt het systeem bijgestuurd, opnieuw ingeregeld of zelfs aangepast om ongewenste effecten te voorkomen en aan alle doelstellingen te voldoen.

Zowel voor het behalen van een blijvend optimaal energierendement als het bereiken van de saneringsdoelstelling is het nodig om de werking van het WKO-systeem regelmatig te monitoren en de bedrijfsvoering op basis daarvan aan te passen. In §9.4 en §9.5 wordt nader ingegaan op respectievelijk de wijze van monitoring en het bijsturen van het systeem.

9.3

UITVOERING (DO)

Onder het uitvoeren van het beheer wordt verstaan het inregelen, het in bedrijf houden en het schoonmaken van het ondergrondse systeem en het eventueel vervangen van systeemonderdelen. Hiervoor wordt verwezen naar diverse rapportages opgesteld in opdracht van de NVOE, waarin uitgebreid ingegaan wordt op het ontwerpen, aanleggen en onderhouden van WKO-systemen in het algemeen [lit.5, lit.6, lit.7]. In deze paragraaf komen alleen de aspecten aan de orde die van speciaal belang zijn vanwege de aanwezigheid van verontreiniging.

9.3.1

OPSTART SYSTEEM

Binnen de opstartfase van het systeem wordt afbeelding 9.22 al eenmaal of zonodig een aantal keren doorlopen.

INREGELLEN OP BASIS VAN ENERGIERENDEMENT EN SANERINGSDOELSTELLING

Een goede inregeling is bij de combinatie van WKO en bodemsanering (zowel grondwaterbeheersing als verwijdering van de verontreiniging) nog meer van belang dan bij reguliere WKO-systemen. Bij WKO's in ernstige verontreinigingen kan niet eenvoudig worden gestuurd op het bereiken van een maximaal energierendement. Ook de saneringsdoelstellingen ten aanzien van te bereiken concentratieniveaus en/of te voorkomen verspreiding dienen immers te worden gehaald.

Op basis van de systeemkeuze (zie hoofdstuk 7) en het systeemontwerp (§8.1 tot en met §8.3) is een optimum bepaald voor wat betreft het energierendement en de saneringsdoelstelling. Bij de opstart moet het systeem zodanig worden ingeregeld dat de berekende debieten binnen de in het plan aangegeven marges blijven. Daarbij dient bedacht te worden dat open WKO-systemen in de regel heel anders gedimensioneerd zijn dan grondwatersaneringen. Bij WKO gaat het om het rondpompen van grote hoeveelheden water om een optimaal energierendement te behalen; een debiet van rond de 100 m³/uur is niet ongebruikelijk, terwijl de voor saneringen benodigde debieten vaak (in de orde van grootte van) een factor 10 lager liggen.

Omdat voor WKO relatief kleine afwijkingen al tot grote effecten op de verontreiniging kunnen leiden, is zeer nauwkeurig inregelen van groot belang.

DUUR INREGELPERIODE AFHANKELIJK VAN EFFECT OP VERONTREINIGING

De effecten van de WKO op de verontreinigingssituatie zullen pas na verloop van tijd blijken. Gezien de vaak grootschalige verontreinigingen kan dit een kwestie van jaren zijn. Door het opnemen van een breed pakket aan geochemische parameters (zie §9.4.2) zullen de eerste effecten veelal binnen een jaar kunnen worden gedetecteerd. Toch zal de systeembeheerder na de opstartperiode alerter moeten blijven dan bij reguliere WKO's. In principe kunnen globaal de volgende perioden worden onderscheiden:

- Inregelen op basis van monitoringsplan en eerste monitoringsdata van het systeem (enkele weken tot maanden).
- Nader inregelen van debieten op basis van de resultaten van de monitoring uit het gehele invloedsgebied (enkele maanden tot een jaar).
- Bijregelen op basis van verdere monitoring.

In de praktijk zal de periode van inregelen van het systeem naadloos overgaan in een periode van bijregelen. Na onderhoud moet opnieuw worden ingeregeld dan wel bijgeregeld.

9.3.2

IN BEDRIJF HOUDEN SYSTEEM

Het systeem wordt conform het beheerplan (zie §9.1) in bedrijf gehouden, wat in beginsel niet anders is dan bij een reguliere WKO. Bij de bedrijfsvoering en ook het onderhoud van de systeemonderdelen dient er wel terdege rekening mee te worden gehouden dat relatief kleine afwijkingen in het onttrekkingsregime al tot grote effecten op de verontreiniging kunnen leiden. Ook zullen, zoals genoemd in §9.3.1 effecten op de verontreinigingssituatie pas na verloop van tijd duidelijk worden, hetgeen met zich mee kan brengen dat relatief lang na de opstart nog bijregeling nodig is. Indien bijregeling niet voldoende blijkt, zijn verdergaande ingrepen nodig, waarin het stappenplan (§9.1) voorziet. Zie verder §9.5.

STAPPENPLAN

9.3.3

SCHOONMAKEN VAN POMPPUTTEN

De pompputten kunnen geleidelijk aan verstopt raken, waarna deze geregenereerd (schoongemaakt) moeten worden. Op zich is dit niet anders dan bij reguliere WKO, maar toediening van middelen die de biologische afbraak stimuleren kunnen eerder tot verstoppingen leiden (zie ook §8.3.2). Door de inbreng van voedingsstoffen voor de bevordering van natuurlijke afbraak van verontreinigingen kunnen verstoppingen ontstaan door vaste deeltjes in de toeslagstoffen, door de aanwezigheid van voldoende voeding voor de ontstane bacteriemassa en door reactieproducten zoals sulfidenneerslag veroorzaakt door de omzetting van sulfaat in sulfide. Bij de inbreng van zuurstof voor de stimulering van de aërobe afbraak moet worden gedacht aan oxideneerslag. Bij de keuze van de juiste regeneratietechniek (spoeltechnieken als jutteren en intermitterend pompen of chemische technieken met bijvoorbeeld een mengsel van zoutzuur en peroxide of met chloor) dient rekening te worden gehouden met de aard van de te verwachten neerslag. Voor het regenereren wordt verder verwezen naar de NVOE-richtlijnen [lit.5].

VOORZICHTIG MET CHEMISCHE REGENERATIE

Gebruik van chemische technieken, die naast het verwijderen van de verstopping (aan het filter gekoekt materiaal) ook de pompput steriliseren, kunnen ongunstig zijn voor de natuurlijke afbraak van de verontreinigingen en daarmee het behalen van de saneringsdoelstelling(en) frustreren. Aanbevolen wordt daarom zo mogelijk terughoudend te zijn met chemische regeneratietechnieken. Als na regeneratie de pompputten goed gespoeld worden, en het spoelwater niet in de bodem komt, hoeft het gebruik van deze middelen overigens in principe niet te leiden tot (langdurige) stagnatie van de sanerende werking van het systeem.

9.3.4

VERVANGEN VAN ONDERDELEN

VERVANGING ONDERDELEN AFHANKELIJK VAN MONITORINGSRESULTATEN

Bij het ontwerp zijn al keuzes gemaakt voor materialen en systemen, die zorgdragen voor zowel saneren (= verwijderen en/of beheersen van de verontreiniging) als het behalen van optimale energierendementen. Het is uiteraard belangrijk dat bij het onderhoud van de systemen de oorspronkelijke keuzes worden gerespecteerd. Concreet betekent dit dat vervanging in principe moet gebeuren met materiaal met dezelfde kwaliteit, tenzij uit de monitoring blijkt dat hiervan kan worden afgeweken. Als bijvoorbeeld vermoed puur product bij langdurige monitoring nooit is aangetroffen, kunnen roestvrijstalen onderdelen aan het eind van hun levensduur eventueel worden vervangen door minder corrosiebestendige materialen (zie §8.3.1). Anderzijds kan het nodig zijn onderdelen direct te vervangen door een duurzamere variant, als uit de monitoring onverwacht blijkt dat puur product aanwezig is.

9.4

MONITORING EN SYSTEEMCONTROLE (CHECK)

Om te voldoen aan de vanuit de Bevoegde Gezagen gestelde randvoorwaarden en het garanderen van een optimale werking van het systeem is een gedegen monitoring noodzakelijk. Het betreft zowel monitoring van de werking van het energiesysteem als van de grondwatersanering. De monitoring wordt daarmee een stuk omvangrijker en complexer dan bij reguliere WKO-systemen maar vergelijkbaar met de monitoring die bij (omvangrijke) grondwatersaneringsprojecten wordt toegepast. Beide typen monitoring kunnen gezamenlijk worden uitgevoerd, waarmee een logistiek en financieel voordeel te behalen is. De aanpak van de monitoring moet worden opgenomen in een monitoringsplan.

MONITORINGSPLAN

9.4.1

MEETDOELEN (TOETSINGSKADER)

Als toetsingskader voor het voldoen aan de bodemsaneringsdoelstelling gelden de bepalingen uit de Wbb en aanverwante richtlijnen. In principe is het mogelijk dat bij een gevalsgericte situatie (zie hoofdstuk 7) gekozen wordt voor vergaande verwijdering van de verontreiniging op relatief korte termijn waarvoor met het Bevoegde Gezag een *terugsaneerwaarde* wordt afgesproken. De concentraties in het grondwater dienen dan voor het afgesproken tijdstip in alle peilbuizen en in de pompputten te dalen tot deze terugsaneerwaarde. Als deze waarde niet wordt gehaald in de looptijd dat het systeem in gebruik is, dan geldt na die tijd feitelijk alsnog een saneringsverplichting.

Voor grote saneringspluimen is een dergelijke rigide aanpak meestal niet tegen acceptabele kosten realiseerbaar en over het algemeen ook niet nodig wegens het ontbreken van blootstellingsrisico's. In de meeste gevallen wordt daarom, in overleg met het Bevoegde Gezag, gekozen voor een extensievere aanpak volgens de ROSA-systematiek [lit.8] met als doelstelling het bereiken van een stabiele eindsituatie (zie §2.2.4).

SANERINGSDOELSTELLING: EISEN EN VERWACHTINGEN

Hierbij wordt uitgegaan van verwijdering van de verontreiniging op lange termijn, met tussentijdse saneringsdoelstellingen die zijn opgesplitst in eisen en verwachtingen. Eisen kunnen betrekking hebben op (blootstellings)risico's, de functie van de bodem ter plaatse of de verdere ontwikkeling van de verontreinigingspluim, maar niet op concentraties. Verwachtingen staan in relatie tot de inzet van de afgesproken saneringsmiddelen en worden uitgedrukt in concentratieverloop en hoeveelheid vrachtverwijdering (het aantal kg verwijderde verontreiniging) over een bepaalde tijdsperiode.

MONITORINGSDOELEN

Hierop aansluitend zijn voor een sanerende WKO de volgende concrete monitoringsdoelen te formuleren:

- Verifiëren dat de geochemische condities die van belang zijn voor afbraak niet verslechteren.
- Controleren of er een algemene neerwaartse trend is in verontreinigingsconcentraties.
- Vergewissen van de blijvende afwezigheid van risico's door blootstelling.

Als gekozen wordt voor een beheersing van de verontreiniging hebben de meetdoelen betrekking op horizontale en verticale grenzen waarbinnen de verontreiniging opgesloten moet blijven. Deze grenzen kunnen buiten het verontreinigde gebied liggen, als daardoor de bodem beter als reactievat (met biologische afbraak van de verontreinigende stoffen) kan worden gebruikt. Dit biedt enige speelruimte voor het ontwerp van de WKO, waarvan de invloedssfeer daarom niet helemaal met de verontreiniging hoeft samen te vallen. Wel moet het verifiëren van de veronderstelde reactievatwerking (die uiteraard in de planfase al goed onderbouwd moet zijn geweest) in dat geval nadrukkelijk een meetdoel zijn.

In een gebiedsgerichte context kan de saneringsdoelstelling een inspanningsverplichting betreffen om zoveel mogelijk verontreinigingsvracht te verwijderen en / of betrekking hebben op de grenzen waarbuiten de verontreiniging zich niet mag verspreiden.

TRENDS

Benadrukt wordt dat door het rondpompen van grondwater in het WKO-systeem de concentraties binnen het systeem sterk kunnen fluctueren. Behalve in de referentiepeilbuizen waar geen stijging van de verontreinigingsconcentraties op mogen treden, moet daarom altijd worden gecontroleerd op algemene trends. Individuele waarnemingen zijn hiervoor niet geschikt, maar ook reeksen van 1 peilfilter zijn nog te beperkt. Daarom moeten alle monitoringsgegevens in samenhang door een deskundig adviesbureau worden geëvalueerd en beoordeeld.

Als (biologische) afbraak als saneringsmaatregel van belang is, en zoals toegelicht in §8.2.3 zal dit meestal het geval zijn, worden naast verontreinigingsconcentraties ook analyses uitgevoerd op parameters die inzicht geven in de mate van afbraak (zie §9.4.2).

9.4.2**MONITORINGSPARAMETERS EN MEETFREQUENTIES**

Bij het in werking zijn van een sanerende WKO dienen periodiek metingen te worden verricht in pompputten, aan- en afvoerleidingen en de peilbuizen van het geïnstalleerde meetnet (zie §8.3.3). Ook moeten monsters worden genomen en geanalyseerd in het laboratorium op diverse parameters.

NULMETING

Voor de start van het systeem moet een nulmeting worden verricht in alle meetpunten. In het eerste operationele jaar is het doorgaans aan te bevelen nog tweemaal een intensieve monitoringsronde uit te voeren. In de aanvangsperiode wordt geadviseerd globaal het volgende uitgebreide meet- en analysepakket te hanteren:

- Pompdebieten en draaiuren.
- Stijghoogte- en/of grondwaterstanden.
- Temperatuurmetingen in de peilbuizen en in de pompputten.
- Zuurgraad en elektrische geleidbaarheid.
- Gasvorming.

- Concentratiemetingen van de verontreinigende stoffen met indien nodig mogelijk omzettingsproducten om het verloop van de afbraak zo rechtstreeks mogelijk te volgen.
- Redoxpotentiaal, anionen als nitraat, sulfaat, sulfide en bicarbonaat, ijzer, mangaan, organische stof; eventueel kationen en waterstof om te bepalen in hoeverre de omgevingscondities in de beïnvloedingssfeer van de WKO's door menging geschikt blijven of worden voor afbraak.

Indien natuurlijke afbraak een belangrijke rol speelt, worden de volgende parameters ter overweging gegeven:

- DNA-analyses waarmee wordt vastgesteld of de voor de verlangde omzettingen benodigde organismen en/of enzymen op de gewenste plaatsen en in de betreffende lagen aanwezig zijn en of de juiste bacteriepopulatie wordt opgebouwd en in stand blijft.
- Fractiebepaling van de stabiele isotopen van uitgangs- en / of omzettingsproducten waarmee eenduidig kan worden aangetoond of voortgaande afbraak van verontreinigende stoffen plaatsvindt.

VERDERE MONITORING

Indien de monitoring resultaten oplevert die overeenkomen met de ontwerpdoelen¹³ kan na het in bedrijf stellen van de WKO al gauw de monitoringsfrequentie worden verlaagd en het meet- en analysepakket, in ieder geval in een deel van de rondes, worden beperkt. Eén en ander is natuurlijk locatiespecifiek en ter beoordeling aan een terzake kundig adviesbureau, maar in algemene zin zijn de details weergegeven in onderstaande tabellen. In tabel 9.8 staat een handreiking voor de monitoring per type systeem en per te onderscheiden deel van het monitoringsmeetnet. De hierin genoemde meet- en analysepakketten, die per type verontreiniging verschillen, zijn gespecificeerd in tabel 9.9. Omdat niet alle analyses in elke ronde hoeven te worden meegenomen, zijn in tabel 9.8 basismonitoringsfrequenties vermeld en in tabel 9.9 frequenties ten opzichte hiervan.

¹³ De ontwerpdoelen behelzen, algemeen omschreven, het beperken van het verontreinigde gebied binnen vooraf bepaalde grenzen door geohydrologische beheersing en biologische afbraak en het zoveel als mogelijk reduceren van de verontreinigingsvracht in combinatie met het benodigde energierendement.

Tabel 9.8

Handreiking monitoring per type systeem

| Situering peilbuizen, Zie ook tabel 8.4 in § 8.2.3 | Gesloten WKO | Open WKO nabij verontreiniging | Open WKO in verontreiniging, doelstelling: beheersing | Open WKO in verontreiniging, doelstelling: eerst beheersing, op termijn verwijdering | Open WKO in verontreiniging, gebiedsgericht |
|--|-------------------|-----------------------------------|---|--|---|
| Mengwater in systeembuizen | Vergunningspakket | Vergunningspakket | Vergunningspakket, Basispakket | Vergunningspakket, alle pakketten tabel 9.9 | Vergunningspakket, alle pakketten tabel 9.9 |
| In WKO-filters | Vergunningspakket | Vergunningspakket, Basispakket | Vergunningspakket, Basispakket | Vergunningspakket, alle pakketten tabel 9.9 | Vergunningspakket, alle pakketten tabel 9.9 |
| In pluim(en) | | | Basispakket Sturingspakket | Alle pakketten tabel 9.9 | Alle pakketten tabel 9.9 |
| Rond en onder pluim(en) | | Basispakket | Basispakket Sturingspakket | Alle pakketten tabel 9.9 | Alle pakketten tabel 9.9 |

Vergunningspakket Stijghoogtes / debieten en temperatuurverloop continu on-line, CO₂(g), monitoringspakket en –frequentie verder volgens vergunningseisen WKO, die per Bevoegd Gezag variëren. Voor samenstelling alle andere meet- en analysepakketten, zie tabel 9.9.

FREQUENTIES:

De frequentie waarmee het Vergunningspakket wordt toegepast is primair afhankelijk van de eisen uit de WKO (waterwet) vergunning, en kan per parameter variëren van continue, tot 1x/jaar. In het eerste jaar zal doorgaans een intensievere monitoring nodig zijn.

Het Basispakket verontreinigingsparameters wordt bepaald door de voorschriften uit de beschikking op het saneringsplan. In de regel zal de frequentie in de eerste 1-2 jaren bij voorkeur 2x zijn, en daarna is 1x per jaar doorgaans voldoende. Het pakket Sturingsparameters of procesparameters volgt het basispakket. Een lagere frequentie is meestal mogelijk, en eveneens afhankelijk van de bepalingen in het saneringsplan.

De specialistische parameters worden volledig bepaald door de aansturing van het saneringsgedeelte, en toepassing en frequentie is ter beoordeling aan de verantwoordelijke voor de saneringsvoortgang.

Tabel 9.9

Aanbevolgen
 monitoringspakketten per type
 verontreiniging

| Pakket basisparameters | | Pakket sturings-of procesparameters | | Pakket specialistische analyses | |
|---|------------------------------------|--|---|---|--|
| Verontreinigingen | Veldmetingen | Omzettingsproducten | Geochemische condities | Stabiele isotopen | DNA-analyses |
| Chloorkoolwaterstoffen: PER, TRI, CIS, (VC)* TCA, DCA, (CA)* | T, pH, EC, O ₂ , ORP | VC, CA, etheen, ethaan, methaan | NO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻ , S ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Fe, Mn, DOC, CH ₄ , (kationen, vetzuren en H ₂)** | ¹³ C / ¹² C in PER, TRI, CIS, VC en/of etheen *** | <i>Dehalococcoïdes</i> , VC- reductases, VC- oxidase |
| Aromaten: Benzeen, toluen, ethylbenzeen, xylenen | T, pH, EC, O ₂ , ORP | Nvt (geen stabiele intermediaren en detecteerbare eindproducten) | NO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Fe, Mn | ¹³ C / ¹² C in benzeen, tolueen, ethylbenzeen en/of xylenen*** | Enzymen voor oxidatieve en reductieve aromatenafbraak |
| <i>Uitvoering in elke reguliere monitoringsronde = basismonitoringsfrequentie</i> | | <i>Uitvoering bij aanvang elke 2^e monitoringsronde, afnemend naar elke 3^e ronde als de monitoringsresultaten blijven zoals verwacht, dus 1/2 dan wel 1/3 x basismonitoringsfrequentie, eventueel in combinatie met beperking van pakket tot gidsparameters</i> | | <i>Optioneel: uitvoering vlak voor de start en bij de 2^e reguliere monitoringsronde, daarna alleen indien monitoringsresultaten anders zijn dan verwacht</i> | |

* Afhankelijk van aanwezigheid

** Aanbevolen bij sanering met elektronendonordosering

*** Stoffen kiezen die voor de analyse in voldoende hoge concentraties (enkele tientallen µg/l) aanwezig zijn

Eventuele aanpassing van het monitoringsprogramma (in de volgende omloop van de Demmingcirkel) dient plaats te vinden op basis van een evaluatie van het totaal aan meetgegevens door een deskundig adviesbureau en in overleg met Bevoegd Gezag Wbb. Alleen het monitoren van concentratietrends geeft door de complexe interactie van WKO- en bodemsystemen onvoldoende inzicht in de processen en daarmee in het al of niet bereiken van de ontwerpdoelen. Zo is enerzijds een afnemende trend van verontreinigingsconcentraties niet toereikend om te concluderen dat de verontreinigingsvracht vermindert door afbraak, wat gunstig zou zijn voor het bereiken van de ontwerpdoelen. Een concentratieafname kan immers ook worden veroorzaakt door menging en verspreiding, wat ongunstig kan zijn. Anderzijds zijn oplopende concentraties niet per definitie ongunstig voor de ontwerpdoelen als dit gepaard gaat met toenemende afbraak. Om juiste conclusies te trekken is daarom bij ernstige verontreinigingen altijd periodieke inzet van parameters nodig die inzicht geven in de afbraakprocessen. Analyses op deze procesparameters zullen vaker moeten worden ingezet naarmate de interpretatie van de overige parameters complexer blijkt, zoals het geval is bij sterk fluctuerende verontreinigingsconcentraties.

PROCESPARAMETERS

9.5

EVALUATIE, RAPPORTAGE EN BIJSTURING (ACT)

JAARLIJKSE EVALUATIE VOORTGANG SYSTEEM EVENTUELE BIJSTURING

Op basis van de monitoring is het zeker in de eerste periode raadzaam om op gezette tijden (minstens jaarlijks) het systeem zorgvuldig te laten evalueren door ter zake kundigen. Geëvalueerd wordt of het vooraf opgestelde conceptueel model klopt of moet worden bijgesteld. Hieruit volgt een advies om het systeem anders in te regelen of enigszins te wijzigen. Door de in §9.1 beschreven kwaliteitsprocedure regelmatig te doorlopen kan ervoor worden gezorgd dat het systeem goed blijft functioneren en alle doelstellingen blijft behalen. De resultaten van de evaluatie worden in de evaluatie en bijsturingsrapportage opgenomen.

VOORTGANGSRAPPORTAGE

Voor diverse instanties¹⁴ dienen voortgangsrapportages opgesteld te worden, waarin de monitoringsgegevens en een interpretatie worden voorgelegd. Naast de vereiste monitoring bij WKO-systemen in het kader van de Wtw, zal het nodig zijn om ook voor het betreffende Bevoegd Gezag in het kader van de Wbb (de gemeente, de regionale milieudienst of eveneens de provincie) en het waterschap, voor lozingen op riool of oppervlaktewater, meetgegevens te overleggen. Men zal vooral inzicht wensen in het al dan niet voldoen aan de voorschriften, zoals naast eisen t.a.v. de water- en energiebalans, minimaal een beheersing van de totale hoeveelheid verontreinigd grondwater en acceptabele concentraties in het te lozen water. Met de kosten van deze verschillende voortgangsrapportages aan de verschillende instanties dient in de exploitatie uiteraard rekening te worden gehouden.

Voor het lozen van het opgepompte water bij het regenereren van pomputten of onderhoud aan de bovengrondse systemen, kan worden geëist dat het overtollige grondwater wordt gezuiverd alvorens het op open water of de riolering wordt geloosd. Het lozen van water is namelijk onderhevig aan verplichtingen voortvloeiend uit Keur- en Wtw- vergunningen, die beide door het waterschap worden uitgegeven.

¹⁴ Bijvoorbeeld Bevoegde Gezagen Wbb en Wtw, regiehouder en de gemeentelijke gebiedscoördinator (indien van toepassing)

Omdat het hier zeldzame (enkele keren per jaar voorkomende) lozingen van relatief kleine volumes betreft, is zuivering kostbaar, waardoor het van belang is hiervoor ontheffing te krijgen (zie ook §8.3.2). Mocht uit de evaluatie van het geheel aan meetgegevens blijken dat de ontwerpdoelen niet worden gehaald, dan is bijsturing noodzakelijk.

In principe is het mogelijk dat restricties voortvloeiend uit de verontreinigingssituatie het energierendement te zeer verminderen, maar als het voortraject goed is uitgevoerd, zal dit niet in de beheerfase pas blijken. In de ontwerpfase is immers de WKO al afgestemd op de verontreinigingssituatie en is op basis daarvan het te behalen energierendement berekend (zie §8.1.1). Desondanks is het mogelijk dat in de beheerfase pas blijkt dat de verontreinigingssituatie anders is dan verwacht en dat hieruit verdere restricties voortvloeien van het gebruik van de WKO, resulterend in een verminderd energierendement. Dit is vooral het geval als onverwacht verontreiniging wordt aantrokken die volgens het ontwerp buiten de invloedssfeer van de WKO had moeten blijven. Benodigde maatregelen zullen meestal betrekking hebben op de verontreiniging, niet op de WKO-installatie. Uitzonderingen hierop zijn denkbaar. Als bijvoorbeeld onverwacht puur product aanwezig is, kan het nodig zijn onderdelen van de installatie te vervangen.

Gezien de complexiteit van het bodemsysteem moet er vooral rekening mee worden gehouden dat uit de monitoring blijkt dat de verontreiniging zich onder invloed van de WKO niet precies gedraagt zoals voorspeld. Vaak zal dat niet direct leiden tot ingrepen, behalve mogelijk een aanpassing van het monitoringspakket; bijvoorbeeld om te controleren of naast extra verspreiding ook de mate van afbraak toeneemt. Als echter onverwacht een ongewenste verspreiding van verontreinigingen optreedt zijn ingrepen nodig. Hiervoor moet in het beheerplan een terugvalscenario zijn opgenomen. Het is logisch en efficiënt om hierbij zoveel mogelijk gebruik te maken van het WKO-systeem.

Achtereenvolgens moet worden gedacht aan de volgende ingrepen (gerangschikt naar oplopende inspanning en kosten):

1. Aanpassing van het onttrekkings- en infiltratieregime (met inachtneming van het vereiste energierendement).
2. Bijplaatsen van WKO-onttrekkings- en/of infiltratiefilters.
3. Toedienen van stoffen om de condities voor afbraak te optimaliseren.
4. Meer onttrekken en/of minder herinfiltreren en daardoor meer lozen op riool.
5. Combinatie met een in-situ sanering.

Oplossing 2 lijkt relatief ingrijpend maar is toch hoog geplaatst in de voorkeurslijst omdat een grotere installatie gepaard gaat met een hogere energieopbrengst zodat de hogere kosten worden gecompenseerd. Oplossing 4 lijkt relatief eenvoudig maar kan al snel leiden tot zeer hoge lozingskosten, in tegenstelling tot oplossing 1 die de stromen alleen herverdeelt. Oplossing 5 ligt in het verlengde van oplossing 3. Bij 3 wordt echter gedacht aan eenvoudige maatregelen die geïntegreerd zijn in het WKO-systeem. Opgemerkt wordt (nogmaals) dat toeslagstoffen tot verstoppingen kunnen leiden, zodat additieven zeer zorgvuldig moeten worden gekozen. Kant en klare recepten voor deze specifieke toepassingen zijn nog niet voorhanden. Gezien de ruime ervaring met in-situ bodemsaneringstechnologie zullen deze de komende jaren wel beschikbaar komen. Hiervoor is nog wel onderzoek nodig (zie hoofdstuk 11).

TERUGVALSCENARIO

MOGELIJKE INGROPEN

Voorstellen voor bijsturing worden zonodig, in opdracht van de systeembeheerder, opgesteld door een adviesbureau en vervolgens afgestemd met de Bevoegde Gezagen en de andere betrokken partijen (zie §9.2.1) waarmee een nieuwe omloop in afbeelding 9.22 is begonnen.

HOOFDSTUK 10 Voorbeelden combinatiesystemen

10.1

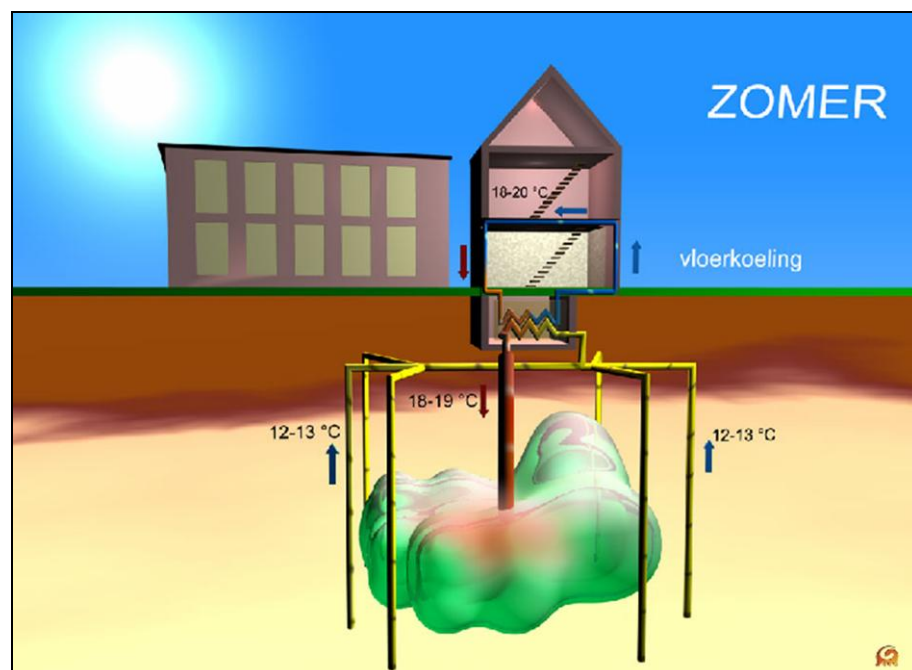
COMBINATIE BODEMENERGIE EN SANEREN: SANERGY STRIJP-S EINDHOVEN

Momenteel wordt het Strijp-S-complex, een voormalig industrieterrein van Philips met een oppervlakte van 28 hectare, herontwikkeld tot woon-werk-winkel gebied. Voor temperatuurregulering van de gebouwen is gekozen voor een duurzame manier van koelen en verwarmen door het inzetten van bodemenergie als energiebron. Als gevolg van de aanwezige grondwaterverontreiniging is een traditionele warmte-koude opslag (WKO) minder geschikt, omdat een dergelijk systeem zou leiden tot verspreiding van de aanwezige grondwaterverontreiniging. Als alternatief voor een WKO-systeem is het Sanergy¹⁵-concept ontwikkeld. Het Sanergy-systeem voor Strijp-S bestaat uit een recirculatiesysteem: de onttrekkingsbronnen zijn gesitueerd buiten de contouren van de (sterke) grondwaterverontreiniging, de infiltratiebronnen zijn gesitueerd midden in de bron van de verontreiniging (zie afbeelding 10.23).

Afbeelding 10.23

Principe Sanergy: combinatie van energiewinning en saneren

Bron: ARCADIS



¹⁵ Sanergy is een concept dat gelijktijdig bodemenergie realiseert én fungeert als beheers- en/of saneringsmaatregel voor een aanwezige grondwaterverontreiniging.

FLUXREDUCTIE

Het hierboven geïllustreerde Sanergy-systeem realiseert gelijktijdig bodemenergie én fungeert als beheersmaatregel voor de aanwezige grondwaterverontreiniging. De afstroming van verontreinigd grondwater aanwezig op het Strijp-S-complex onder invloed van de natuurlijke grondwaterstroming, zal sterk afnemen als gevolg van de geohydrologische beheersing onder invloed van Sanergy.

STIMULEREN AFBRAAK

Bovendien wordt verwacht dat door de continue grondwaterrecirculatie binnen de systeemgrenzen van het Sanergy-systeem de natuurlijke afbraak van de verontreiniging wordt bevorderd. Onder de heersende condities in het grondwatersysteem op het Strijp-S-complex wordt de natuurlijke afbraak gelimiteerd doordat de aanwezige microbiologie, de verontreiniging en de van nature aanwezige voedingsbronnen onvoldoende met elkaar in aanraking komen. In deze onverstoorde situatie treedt menging namelijk alleen op als gevolg van diffusie en is gelimiteerd en langzaam. Het Sanergy-systeem leidt tot een sterk vergrote menging. Door de geforceerde menging mag worden aangenomen dat de snelheid van natuurlijke afbraak sterk toeneemt.

10.2**COMBINATIE BODEMENERGIE EN SANEREN: HOENDERPARKWEG APELDOORN**

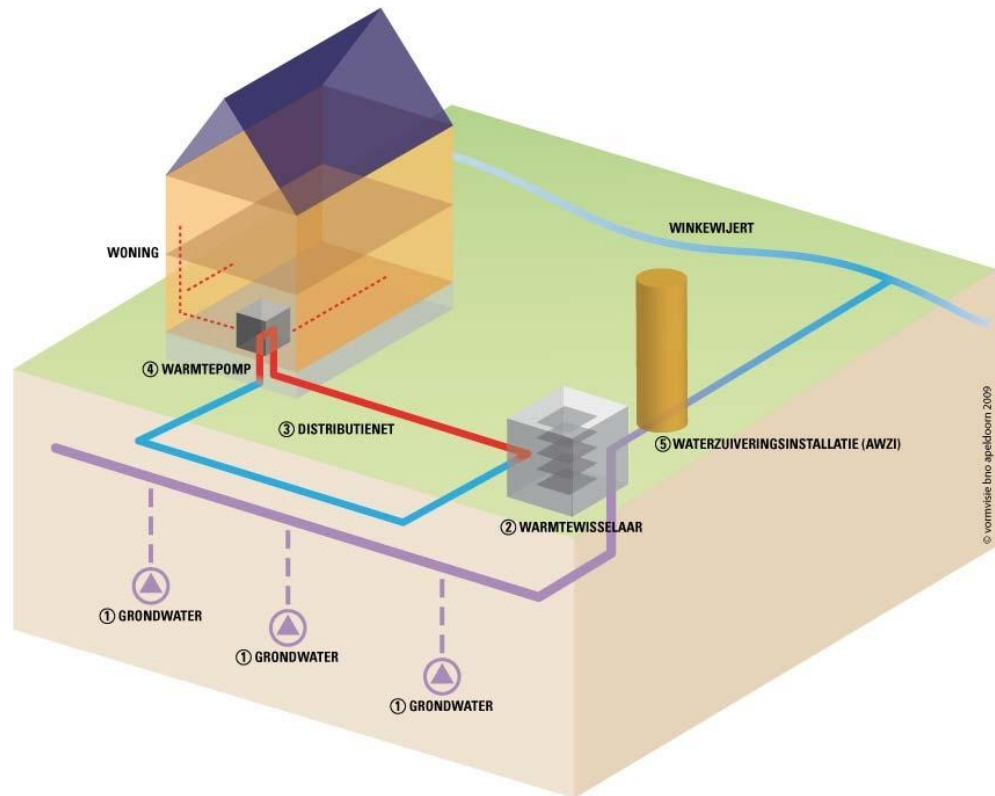
De gemeente Apeldoorn heeft in het kader van een gebiedsgerichte aanpak van een groot aantal grondwaterverontreinigingen, Gebiedsgericht Grondwater Beheerplan Apeldoorn (GGBpA), enkele clusters aangewezen waar verschillende verontreinigingen integraal kunnen worden aangepakt. Het cluster Hoenderparkweg is er daar één van en aangewezen als pilot voor het combineren van een bronaanpak en energielevering. Het betreft een overzichtelijk bouwplan van 36 woningen op het bedrijfsterrein van een voormalige poetsdoekenfabriek. Hier heeft een grote VOCl-verontreiniging lange tijd alle ontwikkeling tegengehouden.

Er is een saneringsplan opgesteld waarbij grondwatersanering middels een traditionele pump & treat is gekoppeld aan een laagwaardig energiedistributiesysteem. Het uit zes deepwells opgepompte grondwater wordt zodoende meervoudig toegepast en 'verwarmt' het gesloten warmtedistributienet voor de 36 nieuwbouw woningen. Tussen de gemeente Apeldoorn en de projectontwikkelaar is overeengekomen dat in de woningen in plaats van een gasgestookte CV-ketel, een warmtepomp wordt geïnstalleerd. Deze wordt indirect gevoed door saneringswater. De woningen aan de Parelhoender krijgen op deze wijze zowel warmte als koude geleverd. Dit is geïllustreerd in afbeelding 10.24.

Afbeelding 10.24

Principe combinatiesysteem
Hoenderparkweg

Bron: Ingenieursbureau Land



Het opgepompte grondwater verwarmt via een warmtewisselaar een gesloten distributiesysteem en levert bij de 36 woningen water af met een temperatuur van circa 12°C. In iedere woning zorgt een warmtepomp voor de verwarming van ruimten en warm tapwater. Het water van het warmtedistributienet verlaat de woning met een temp van 6 tot 8°C. Bij de warmtewisselaar wordt het distributienet weer opgewaardeerd door saneringswater.

De warmtewisselaar is uitgerust met een eenvoudig back-up systeem dat ingeschakeld wordt zodra de temperatuur in het distributienet te laag dreigt te worden. Dit kan optreden bij een storing of onderhoud aan de grondwaterzuiveringsinstallatie.

Het cluster Hoenderparkweg voorziet in een jarenlang beschikbare bron van verontreinigd grondwater. Dit wordt gezuiverd geloosd op de nabijgelegen Sprengenbeek de Winkewijert. Deze overzichtelijke kleinschalige pilot is vanaf juli 2009 volledig operationeel. In de strenge winter van 2009-2010 heeft het systeem de meest grondige praktijkproef doorstaan zonder noemenswaardige storingen. De warmtevoorziening van de woningen blijkt door het gebruik van saneringswater, aangevuld met een back-up voorziening, gegarandeerd en storingsvrij te functioneren. Tijdens de pilot-periode tot medio 2012 zal de gemeente Apeldoorn zoveel mogelijk relevante informatie verzamelen over het principe met het doel de verkregen informatie ook bij de overige clusters toe te kunnen toepassen. Daarna wordt de exploitatie van het geheel als een beproefd en getest systeem op de markt gezet.

10.3

WKO EN DEELONTTREKING: SPOORZONE WOERDEN

De komende jaren zal de grootste (her)ontwikkeling binnen de gemeente Woerden zich afspelen in de Spoorzone. De toepassing van WKO bij deze ontwikkelingen kan bijdragen aan een duurzame ontwikkeling van de stad. Historische activiteiten in de Spoorzone

(chemische reiniging van militaire kleding op het Defensie-eiland) hebben echter geresulteerd in een omvangrijke VOCl-verontreiniging. De gemeente Woerden is verantwoordelijk voor de aanpak van deze diepe grondwaterpluim, die zich over een oppervlakte van meer dan 150.000 m² en tot op de eerste scheidende laag (op 50 m -mv.) heeft verspreid. De verspreidingsrisico's moeten worden weggenomen.

In opdracht van de Milieudienst Noord-West Utrecht heeft TTE de mogelijkheden onderzocht om WKO en sanering van de pluim in de Spoorzone te combineren. Omdat sprake zal zijn van meerdere WKO-systemen en ontwikkelaars/gebruikers, is flexibiliteit een belangrijke vereiste voor het ontwerp. Eventuele wijzigingen in de bovengrondse plannen en de gefaseerde inrichting van de Spoorzone mogen er immers niet toe leiden dat de saneringsdoelstelling (voorkomen van verspreidingsrisico's) in gevaar komt. Om deze flexibiliteit te waarborgen en te komen tot een robuust ontwerp, is gekozen om een aantal van de geplande WKO-systemen binnen de pluim te gebruiken voor de (hydrologische) beheersing van de verontreinigingen. Dit gebeurt door een klein deel van het onttrokken grondwater niet te (her)infiltreren, maar in plaats daarvan (na zuivering) te lozen. De keuze voor dit systeem hangt ook samen met de complexe geohydrologie: er is sprake van een waterscheiding, waardoor de pluim zich in meerdere richtingen met het grondwater verspreidt. Om levering van warmte en koude aan (toekomstige) gebruikers te kunnen blijven garanderen is ervoor gekozen om (in verband met het risico op putverstoppingen) geen substraten en/of nutriënten toe te dienen om de biologische afbraak te stimuleren.

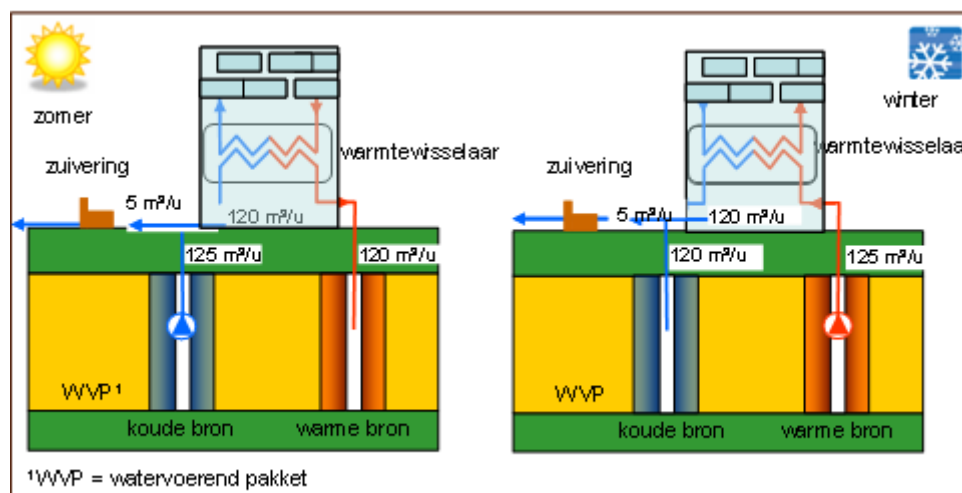
Voorbeeld principe netto onttrekking met WKO-systeem

In de zomer wordt uit de koudebron onttrokken met een debiet van 125 m³/uur. Van dit debiet wordt 5 m³/uur na zuivering geloosd. Het overige debiet (120 m³/uur) wordt gebruikt om woningen/gebouwen te koelen. Hierdoor warmt het water op (er wordt warmte van de gebouwen aan toegevoegd). Dit 'warme' water wordt geïnfiltrerd in de warmtebron met een debiet van 120 m³/uur. Gedurende de zomermaanden wordt dus netto 5 m³/uur onttrokken. In de winter is de situatie precies andersom. Om de gebouwen te verwarmen wordt uit de warmtebron onttrokken met een debiet van 125 m³/uur, waarvan 120 m³/u weer wordt geïnfiltrerd in de koudebron en 5 m³/uur gezuiverd en geloosd. Resultaat is een (jaarrond) netto onttrekking van 5 m³/uur. Dit is geïllustreerd in afbeelding 10.25.

Afbeelding 10.25

Principe van netto onttrekking met WKO-systeem, zoals ingezet in Woerden

Bron: TTE



Ontwerp spoorzone

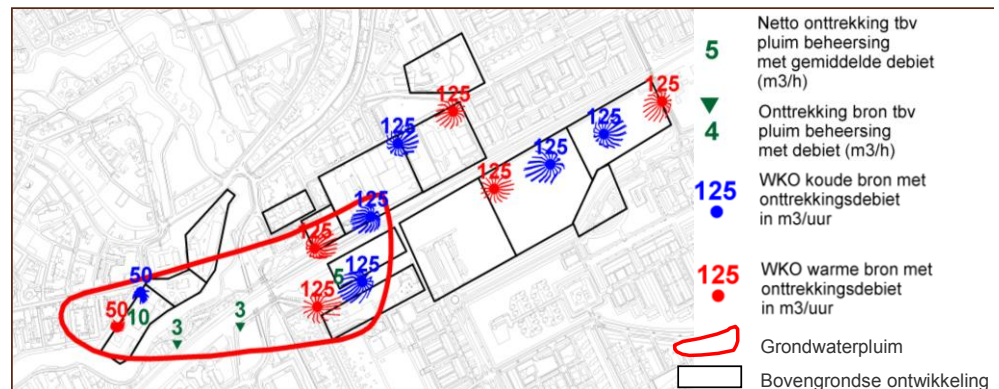
In afbeelding 10.26 is het volledige ontwerp voor de Spoorzone weergegeven. Binnen de grondwaterpluim bevinden zich drie WKO-systemen; twee daarvan worden gebruikt om netto te onttrekken. In het deel van de Spoorzone waar geen ontwikkelingen zijn voorzien, wordt het systeem uitgebreid met twee conventionele onttrekkingsputten (diep wells). Ook buiten de pluim worden WKO-systemen gerealiseerd.

Uit grondwatermodelleringen blijkt dat met het hiervoor beschreven systeem de pluim volledig wordt beheerst. Op deze manier wordt dus aan de saneringsdoelstellingen voldaan, terwijl de volledige Spoorzone gebruik kan maken van de ondergrond voor WKO. Doordat WKO-systemen inwisselbaar zijn voor conventionele onttrekkingsputten (bijvoorbeeld in het geval een ontwikkeling toch geen doorgang vindt) en het functioneren van het systeem niet afhankelijk is van het optreden van biologische afbraak, is de vereiste flexibiliteit gewaarborgd. Overigens zal het netto onttrekken van grondwater in de pluimzone wel resulteren in een afname van de concentraties aan verontreiniging (spoeffect). Het effect van de menging (als gevolg van het 'heen-en-weer' pompen van grote hoeveelheden grondwater met de WKO-systemen) op de biologische afbraak is niet bekend, maar kan een positief bijeffect tot gevolg hebben.

Afbeelding 10.26

Ontwerp onttrekkingsstelsel
Woerden met situering
grondwaterverontreiniging

Bron: TTE

**10.4****WKO IN GEBIEDSGERICHTE AANPAK: STATIONSGBIED UTRECHT**

Het centrale stationsgebied van Utrecht wordt in de komende decennia gerenoveerd en vernieuwd. Door van het nieuwe stationsgebied en de oude stad één geheel te maken wordt een nieuw centrum gerealiseerd. Bij (her)ontwikkelingsactiviteiten van deze omvang is vaak sprake van ingrepen in de ondergrond (bijvoorbeeld bouwputbemalingen). Bovendien heeft de gemeente Utrecht duurzaamheidsdoelstellingen die ernaar streven om nieuwe gebouwen uit te rusten met duurzame voorzieningen als warmte-koude opslagsystemen (WKO's). Grootschalige grondwaterverontreinigingen, veroorzaakt door historische industriële activiteiten, staan deze ontwikkelingen echter in de weg. De uitdaging voor dit gebied is een aanpak voor het verontreinigde grondwater, waarmee herontwikkeling mogelijk is en de grondwaterkwaliteit verbetert.

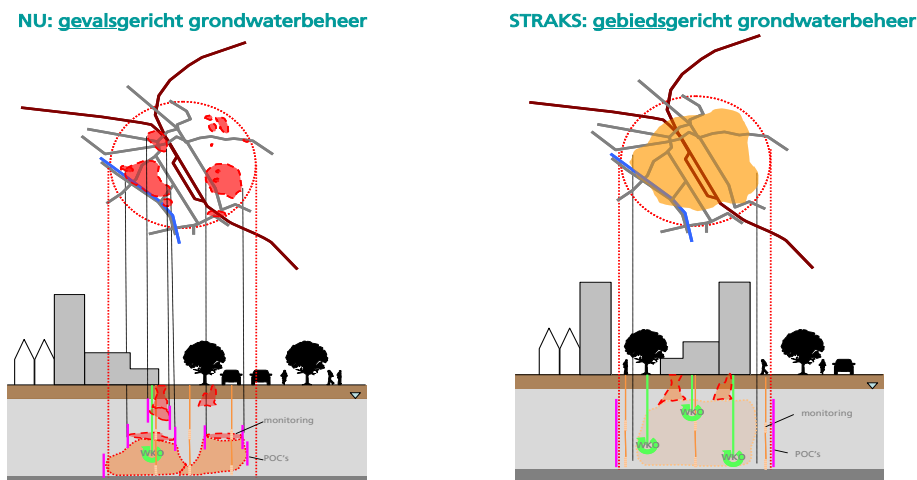
Volgens de huidige Wet bodembescherming moeten verontreinigingen eerst worden aangepakt voordat nieuwe activiteiten kunnen worden gerealiseerd. Omdat traditionele, gevalsgesichte sanering van de individuele verontreinigingen nog te kostbaar is gebleken, heeft ARCADIS voor het stationsgebied in Utrecht naar een gebiedsgerichte aanpak gekeken. Daarbij is een systeemgebied gedefinieerd waarbinnen het functionele gebruik van

grondwater (en de daaraan onlosmakelijk gekoppelde verplaatsing en menging van grondwaterverontreinigingen) wordt toegestaan. De grondwaterverontreinigingen binnen het systeemgebied worden hierbij gezamenlijk aangepakt.

Afbeelding 10.27

Principe gevalsgerichte aanpak (links) vs gebiedsgericht beheer (rechts) in de Utrechtse situatie

Bron: ARCADIS



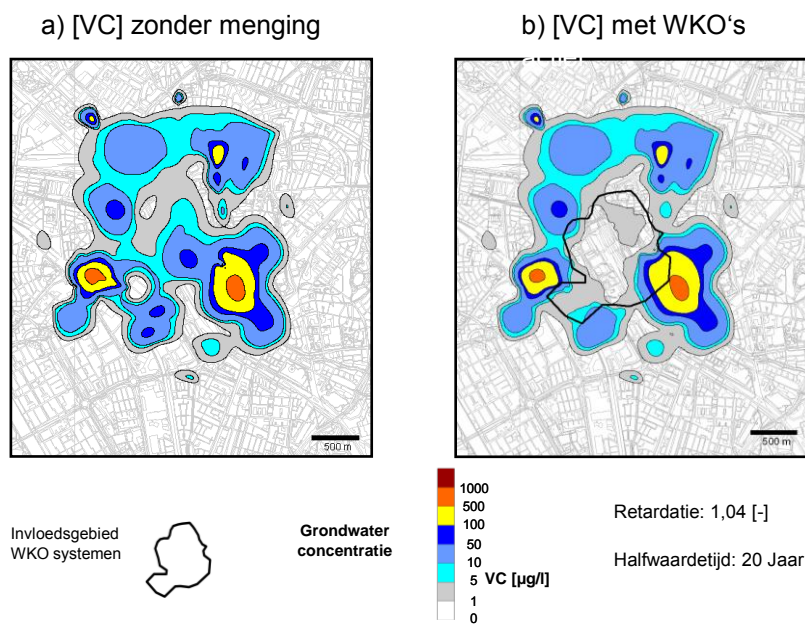
De grondwaterkwaliteit moet verbeteren en verspreiding van verontreiniging over de systeemgrenzen naar de omgeving is niet toegestaan. ARCADIS heeft in een saneringsplan een meetnet en meetstrategie opgesteld waarmee het resultaat van de gebiedsgerichte aanpak eenduidig en handhaafbaar getoetst kan worden.

Aan de hand van grondwatermodellen is de invloed van duurzaam gebruik van grondwater binnen het gedefinieerde systeemgebied op de verontreinigingssituatie gesimuleerd (zie afbeelding 10.28).

Afbeelding 10.28

Vinylchloride (VC) na 30 jaar op een diepte van 15 tot 30 meter, zonder (a) en met WKO (b)

Bron: ARCADIS



De modellering geeft aan dat het risico op verspreiding van de grondwaterverontreiniging buiten de systeemgrenzen klein is. Daarnaast wordt verwacht dat het gebruik van WKO-systemen binnen het systeemgebied een positief effect heeft op de grondwaterkwaliteit.

Door het starten van WKO wordt de Biowasmachine aangezet. Zo wordt de natuurlijke afbraak van verontreinigingen bevorderd door de versnelde menging met van nature aanwezige nutriënten en bacteriën. De traditionele sanering van het stationsgebied zou meer dan 500 miljoen hebben gekost, tegenover circa 10 miljoen euro voor de voorgestelde gebiedsgerichte aanpak¹⁶. Bovendien was het gebruik van het grondwater voor bodemenergie daarbij niet goed mogelijk. Door het nuttig gebruik van het grondwater wordt het gebruik van fossiele brandstoffen en daarmee de uitstoot van CO₂ gereduceerd. De implementatie van de gebiedsgerichte aanpak leidt er toe dat de stagnatie in de bouwprojecten wordt opgeheven en de herontwikkeling van het stationsgebied wat betreft de ondergrond voortvarend wordt opgepakt.

¹⁶ Vanwege het hoge bedrag voor een traditionele sanering, is het geen reële aanname dat sanering tegen deze kosten zou worden uitgevoerd

HOOFDSTUK

11

Ontwikkelingen

11.1

POTENTIE VOOR WKO IN VERONTREINIGD GEBIED

Zoals reeds aangegeven in hoofdstuk 1 zijn op dit moment energiebesparing en CO₂-emissiereductie belangrijke speerpunten van het milieubeleid. Over de bijdrage die WKO hier aan kan leveren is door de rijksoverheid, de minister van VROM, aan de Technische Commissie Bodem (TCB) advies gevraagd. Hier wordt door de opstellers van voorliggende handleiding BOEG ingegaan op de (voor de duidelijkheid **vet** weergegeven) onderdelen van het TCB-advies die voor deze handleiding het meest relevant zijn.

TCB-ADVIES

In het 'Advies duurzaam gebruik van de bodem voor WKO' [lit.9] geeft de TCB de potentie van WKO aan op basis van rapporten van het Centraal Bureau voor de Statistiek en het Planbureau voor de Leefomgeving:

- Duurzame energie in Nederland 2008, CBS augustus 2009;
- Productie en opslag van warmte en koude. Evaluatie van transitie op basis van systeemopties. PBL, concept februari 2009.

Deze potentiële bijdrage van WKO aan CO₂-reductie en energiebesparing is in tabel 11.10 samengevat.

Tabel 11.10

Potentiële bijdrage WKO aan CO₂-reductie en energiebesparing

| | Energie in PJ ¹⁾ | % van 3.330 PJ ²⁾ | CO ₂ in Mton ³⁾ | % van 173 Mton ⁴⁾ |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Huidig | 0,703 ⁵⁾ | 0,021 | 0,048 ⁵⁾ | 0,028 |
| Totaal potentieel | 30 ⁵⁾ | 0,90 | 2 ⁵⁾ | 1,2 |

1) 10¹⁵ Joule

2) Omvang huidige Nederlandse jaarlijkse energiehuishouding (bron CBS, augustus 2009)

3) 10⁶ ton = 10⁹ kg

4) Totale huidige Nederlandse jaarlijkse uitstoot CO₂-equivalenten (bron CBS, augustus 2009)

5) Bron: PBL, februari 2009, concept

Toelichting bij tabel 11.10:

Jaarlijks vermeden energieverbruik en CO₂-uitstoot, door open en gesloten WKO-systemen in Nederland, absoluut en als percentage van de hele (huidige) Nederlandse energiehuishouding, zoals nu aanwezig en mogelijk in de toekomst (2040) te realiseren.

De TCB concludeert uit deze getallen dat de bijdrage van WKO aan energiebesparing en reductie van broeikasgasemissies marginaal is. De TCB voegt daar echter aan toe dat dat ook geldt voor andere duurzame energietechnieken en dat alle technieken samen een

WKO IS RENDABEL

substantiëlere bijdrage kunnen leveren. Hierbij kan worden opgemerkt dat WKO op dit moment één van de weinige duurzame energietechnieken is die zonder overheidssubsidie rendabel kan worden toegepast.

Tevens wordt opgemerkt dat ook wel hogere schattingen worden gehanteerd voor de potentiële bijdrage die WKO kan leveren aan de oplossing van de klimaat- en energieproblematiek. In 'Groen licht voor bodemenergie' [lit. 1] gaat het Ministerie van VROM ervan uit dat bij een versnelde groei (30% per jaar) van de aanleg van de systemen over 10 jaar 18.000 open WKO's operationeel kunnen zijn in Nederland. Dat zou reeds in 2020 neerkomen op 41 PJ aan duurzame energie (1,2% van de huidige Nederlandse energiehuishouding) en 2,9 Mton aan CO₂-reductie (1,7 % van de huidige Nederlandse uitstoot). Die CO₂-reductie bedraagt volgens VROM 11 % ten opzichte van de CO₂-uitstoot van de bebouwde omgeving.

AFWIJKING VAN NEUTRALE ENERGIEBALANS WKO IS BESPREEKBAAR DOOR COMBINATIE MET SANERING

De TCB acht koude de voor WKO belangrijkste waarde van het grondwater die behouden moet blijven en hecht er daarom aan dat de warmtevraag in de winter en de koudevraag in de zomer met elkaar in balans zijn. In principe geldt deze beperking niet voor saneringen, waarbij warmte verontreinigingen kan mobiliseren en zo vatbaar maken voor saneringsmaatregelen en de biologische afbraak kan doen versnellen. Het nadeel van het opwarmen van het grondwater wordt dan gecompenseerd door het verbeteren van de chemische kwaliteit. Het ligt daarom voor de hand dat Bevoegde Gezagen bij een combinatie van een WKO en een bodemsanering minder strikt zijn in het eisen van een neutrale energiebalans.

De TCB constateert dat het energierendement van WKO's tegenvalt doordat de beoogde temperatuurverschillen in het grondwater in de praktijk niet blijken te worden gerealiseerd. Hoewel de TCB ook vasthoudt aan beperkingen van de retourtemperatuur, vanwege mogelijke negatieve effecten op de bodem, kan hieruit worden geconcludeerd dat er nog ruimte is voor verbeteringen ten aanzien van het energierendement door meer warmte op te slaan in de bodem, hetgeen gepaard zal gaan met een hoger saneringsrendement.

'De TCB ziet gesloten systemen niet als duurzaam', staat in het advies. Dit zou pleiten voor open systemen, waarbij eerder interactie met verontreinigingen plaatsvindt. Maar **bij de combinatie van WKO met grondwatersanering plaatst de TCB ook kanttekeningen.**

De TCB stelt dat 'in stedelijk gebied diffuse verontreinigingen gemengd kunnen worden waarbij het volume verontreinigd grondwater in zijn totaliteit kan toenemen. Tevens kan de verontreiniging in horizontale en verticale richting verplaatst worden. In beide gevallen is er sprake van een achteruitgang van grondwaterkwaliteit die de TCB ongewenst vindt'. De TCB maakt hier geen duidelijk onderscheid tussen:

1. Echte diffuse verontreinigingen, die nog wat extra kunnen worden opgemengd zonder een significante toename van het volume verontreinigd grondwater en de verontreinigingsgraad, en
2. Duidelijke verontreinigingspluimen, waarvan verdere verspreiding bij voorkeur wordt tegengegaan maar die eventueel tijdelijk mogen groeien als daarmee beter gebruik kan worden gemaakt van de reactievatmogelijkheden van de bodem.

Door het gebruik van deze handleiding kan de door de TCB genoemde ongewenste achteruitgang van de grondwaterkwaliteit worden voorkomen en (op termijn) worden omgebogen in een verbetering.

PRAKTIJKPROJECTEN NU AL MOGELIJK, ZONODIG IN COMBINATIE MET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

Daarnaast wijst de TCB erop dat de combinatie van WKO met grondwatersanering een degelijke wetenschappelijke onderbouwing ontbeert. Letterlijk staat in het advies: 'De TCB erkent de kans voor grondwatersanering in de combinatie met WKO, maar plaatst ook een kanttekening. Het idee van het combineren van WKO met grondwatersanering verkeert in een verkennende fase en goede praktijkvoorbeelden ontbreken nog. Deze ontwikkeling kan, mits gesteund door wetenschappelijk onderzoek, worden voortgezet om haar te zijner tijd op waarde te kunnen schatten.' Dit betekent echter niet dat de resultaten van fundamenteel laboratoriumonderzoek en geavanceerde modelleringen moeten worden afgewacht. Integendeel zelfs, aangezien het complexe bodemsysteem niet kan worden gesimuleerd. Wetenschappelijk onderzoek moet daarom hand in hand gaan met praktijkprojecten, vooral in de vorm van gedegen monitoring in het veld. Gezien de hierboven beschreven kleine maar significante en duurzaam en rendabel te realiseren bijdrage die WKO aan de maatschappij kan leveren, wil de rijksoverheid de toepassing hiervan ondersteunen. Hiervoor ontwikkelt het Ministerie van VROM beleid en een nieuw juridisch kader, zoals toegelicht in hoofdstuk 3. In §11.2 komen de hieruit voortvloeiende organisatorische en procesmatige mogelijkheden voor WKO in verontreinigd gebied aan de orde. In §11.3 wordt ingegaan op de relevante technische ontwikkelingen en de vragen die nog moeten worden beantwoord.

11.2

ORGANISATORISCHE EN PROCESMATIGE KANSEN

BETROKKEN PARTIJEN

Zoals al enige malen aangestipt in deze handleiding (zie met name §5.3) zullen bij het realiseren van een WKO in verontreinigd gebied veel partijen moeten worden betrokken. Hoewel een aantal partijen kunnen samenvallen, zijn onder meer te onderscheiden: de initiatiefnemer van de WKO, de verantwoordelijke voor de verontreiniging, de eigenaar van het gebied, de gebruiker (huurder) van de opstallen, de beheerder van de WKO, de gebruiker van de WKO, het Bevoegd Gezag Wbb, het Bevoegd Gezag Wtw, de gemeente. De partijen en hun rollen kunnen gedurende het traject van initiatief via realisatie naar beheer ook nog eens wijzigen. Het zal daarom niet altijd eenvoudig zijn al deze partijen op één lijn te krijgen en goede afspraken te maken over het organisatorische proces (zie hoofdstuk 6). Het kan voor de WKO-initiatiefnemer vooral lastig zijn met de verantwoordelijke voor de verontreiniging samen te werken als dat met zich meebrengt dat deze meer kosten moet maken dan zonder verontreiniging het geval is. Als duidelijk is dat op korte termijn hoe dan ook moet worden gesaneerd, heeft de verantwoordelijke voor de verontreiniging ontegenzeggelijk belang bij samenwerking omdat met de WKO een rendabele aanpak van de grondwatersanering mogelijk is. Echter ook als dit minder duidelijk is, moet de probleembezitter er toch rekening mee houden dat hij in de toekomst geconfronteerd zal worden met de doorgaans hoge kosten voor sanering van de vaak grootschalige grondwaterverontreinigingen. Integratie van WKO met bodemsanering biedt de mogelijkheid dit 'zwaard van Damocles', waarvoor jaar op jaar budget moet worden gereserveerd, weg te nemen.

SAMEN DELEN KOSTEN EN OPBRENGSTEN

Samenwerking met de eigenaar van de verontreiniging kan worden vergemakkelijkt door het gezamenlijk dragen van investeringskosten in combinatie met het delen van de revenuen door energiebesparing. Voor wat betreft de benodigde investeringen voor een

WKO die ook saneert, kan mogelijk gebruik worden gemaakt van reeds gereserveerde aanzienlijke budgetten voor bodemsanering bij de overheid en een bedrijfsorganisatie als Bodemcentrum, onder andere in het kader van de Bedrijvenregeling (zie hoofdstuk 12).

De komende jaren is er tevens de mogelijkheid gebruik te maken van onderzoeksgelden (zie §11.3). Hoewel het misschien in veel gevallen wellicht het meest eenvoudig is in verontreinigd gebied uit te wijken naar een 'schoon' deel van de bodem (zie hoofdstuk 7) of te kiezen voor een gesloten WKO, om wisselwerking met de verontreiniging zoveel mogelijk buiten te sluiten, kan deze synergie reden zijn om juist de combinatie van WKO en bodemsanering op te zoeken.

GEBIEDSCOORDINATOR

De veelheid van partijen vraagt om een regiefunctie. Indien een gemeente belang heeft bij de ontwikkeling van een gebied, kan deze besluiten een gebiedscoördinator aan te wijzen. Als een dergelijke functionaris er (nog) niet is, kan de WKO-initiatiefnemer hier bij de gemeente om verzoeken. Het kan een gemeentelijke functionaris zijn, maar ook de WKO-initiatiefnemer zelf. Belangrijk is natuurlijk dat deze functionaris van de gemeente voldoende mandaat krijgt om beslissingen te kunnen nemen. Een gebiedscoördinator is onontbeerlijk als verschillende ondergrondse gebruiksfuncties worden gecombineerd.

11.3

TECHNISCHE ONTWIKKELINGEN

De *in-situ* bodemsaneringstechnologie heeft zich de laatste jaren sterk ontwikkeld, wat in combinatie met beleidsveranderingen naar functiegericht saneren de weg vrijmaakt voor een betaalbare aanpak van bodemverontreiniging. Voor sanering van grootschalige grondwaterverontreinigingen blijven de kosten echter hoog. Vandaar dat een combinatie met een gebruiksfunctie die geld oplevert, aantrekkelijk is. In het gunstigste geval vindt door de WKO al toereikende geohydrologische isolatie plaats van de verontreiniging en/of stimuleert deze de natuurlijke afbraak al voldoende (zie hoofdstuk 8), bijvoorbeeld door mobilisering van verontreinigingen als gevolg van de versterkte grondwaterstroming, het mengen van reactieve stoffen (= elektronendonoren en -acceptoren, zie intermezzo afbraakomstandigheden in hoofdstuk 2) en het toevoeren van warmte, wat de snelheid van biologische afbraak verhoogt. In dat geval is in het kader van de sanering alleen monitoring nodig. Dit moet wel uitgebreide en slimme monitoring zijn, gericht op de processen die bepalend zijn voor de beheersing en/of de verwijdering van de verontreiniging. Gedacht moet worden aan monitoring zoals gebruikelijk bij *in-situ* saneringen (zie tabel 9.9).

PROCESMONITORING

NIEUWE MONITORINGS- TECHNOLOGIE: STABIELE ISOTOPEN

Voor een goed begrip van de processen die gepaard gaan met een forse ingreep als WKO in het complexe bodemsysteem kan het raadzaam zijn, tevens gebruik te maken van nieuwe ontwikkelingen in de monitoringstechnologie.

In principe kan het sanerend effect ook worden bepaald met meer conventionele analyses door het aantonen van gevormde omzettingsproducten (zoals etheen bij een chloorkoolwaterstoffenverontreiniging) of een met de pluim samenvallende depressie in de concentratie van reactanten (elektronenacceptoren zoals zuurstof, nitraat en sulfaat bij aromatenverontreinigingen) maar daaruit zijn niet meer dan aanwijzingen voor afbraak ('circumstantial evidence') te verkrijgen. De geochemie varieert in grondwaterlichamen namelijk vaak sterk en omzettingsproducten kunnen al eerder stroomopwaarts in het brongebied zijn gevormd. Het voordeel dat de voor deze parameters benodigde analyses

veel goedkoper zijn, wordt dan ook vaak teniet gedaan door de benodigde frequente herhalingsmonitoring.

NIEUWE MONITORINGS- TECHNOLOGIE: STABIELE ISOTOPEN

INTERMEZZO NIEUWE MONITORINGSTECHNOLOGIE: STABIELE ISOPEN EN DNA-ANALYSES

Voor een goed begrip van de processen die gepaard gaan met een forse ingreep als WKO in het complexe bodemsysteem kan het raadzaam zijn gebruik te maken van nieuwe ontwikkelingen in de monitoringstechnologie. Zo kan bijvoorbeeld met de analyse op de verhouding tussen ¹³C- en ¹²C-isotopen van organische verontreinigingen nauwkeurig worden aangetoond of afbraak optreedt, omdat stoffen met meer ¹³C minder gemakkelijk worden afgebroken dan stoffen met meer ¹²C. Door op gezette afstanden op stroombanen isotopenverhoudingen te vergelijken, kan eenduidig worden aangetoond of een dergelijke verontreinigingspluim (biologisch) wordt afgebroken. Hoewel bij verstoring van stroombanen, door onttrekken en infiltreren van grondwater, interpretatie van de resultaten van deze monitoringstechniek uiteraard moeilijker wordt, is dit toch een veelbelovend instrument voor het bepalen van het sanerende (in dit geval: vrachtoverwijderende) effect van een WKO.

NIEUWE MONITORINGS- TECHNOLOGIE: DNA-ANALYSES

Een andere voor het begrijpen van bodemprocessen nuttige nieuwe monitoringstechnologie is de moleculaire analyse op het DNA van specifieke organismen en enzymen. De ontwikkeling hiervan is voor de voor WKO's meest relevante chloorkoolwaterstoffenverontreinigingen (VOCl) al vergevorderd. Zo kan het DNA van de groep van organismen worden aangetoond die PER en TRI afbreken via cis-DCE en vinylchloride (VC) tot het ongechlorideerde eindproduct etheen (zie intermezzo afbraakomstandigheden in hoofdstuk 2). Binnen deze bacteriegroep, Dehalococcoides genaamd, kunnen verschillende organismen delen van de dechlorering uitvoeren en bij de diverse omzettingen zijn meerdere enzymen betrokken. Relevant zijn met name de enzymen die betrokken zijn bij de laatste cruciale stap van VC - een verbinding die toxischer en mobieler is dan de uitgangsubstantie - naar etheen. Het DNA dat nodig is voor de aanmaak van deze enzymen, zogenaamde VC-reductases, kan inmiddels worden aangetoond. Dat geldt ook voor het enzym betrokken bij de oxidatieve afbraak van VC (zie §2.2.3): VC-oxidase.

Ook voor aromatenverontreinigingen zijn en worden DNA-analyses ontwikkeld. Er bestaan echter veel organismen die aromaten kunnen afbreken. Daarom wordt geanalyseerd op genen die nodig zijn voor de aanmaak van bepaalde enzymen maar deze zijn weinig specifiek d.w.z. ook betrokken bij afbraak van andere stoffen.

In principe bewijst de aanwezigheid van het betreffende DNA echter nog niet onomstotelijk dat de betreffende enzymen ook daadwerkelijk worden aangemaakt. Het definitieve bewijs zou kunnen worden geleverd door RNA-analyses, maar aan de ontwikkeling van een hiervoor benodigde speciale veldbemonsteringstechniek wordt nog gewerkt. Op dit moment zijn met voldoende DNA-analyses die goed verdeeld zijn over ruimte en tijd meestal wel eenduidige conclusies te trekken.

KOSTEN MONITORING MET NIEUWE TECHNOLOGIE BEPERKEN

Innovatieve monitoringstechnologie kan, in combinatie met conventionele monitoringsparameters, de komende jaren in ieder geval bijdragen aan het verkrijgen van het benodigde inzicht in de processen die gepaard gaan met WKO's in grondwaterverontreinigingen. Met isotopenanalyses wordt vastgesteld of in een bepaald gebied afbraak heeft plaatsgevonden, met moleculaire analyses wordt aangetoond dat verdere afbraak op een specifieke plaats mogelijk is. Als het benodigde inzicht eenmaal is

verkregen, kan de reguliere monitoring bij de routinematige toepassing van WKO in verontreinigd gebied naar verwachting aanzienlijk worden geëxtensieerd.

ONDERZOEK NAAR ACTIEVE SANERINGSMAATREGELEN IN COMBINATIE MET WKO

Als alleen de WKO onvoldoende sanerend effect heeft, zijn aanvullende maatregelen nodig, waarmee nog vrijwel geen praktijkervaring is opgedaan. Zo kunnen afbraakstimulerende middelen in theorie gemakkelijk tot verstoppingen in het WKO-systeem leiden. Vanwege de complexiteit van het bodemsysteem is onderzoek hiernaar alleen in het veld mogelijk. Dit pleit voor veldproeven, die mede gefinancierd kunnen worden vanuit beschikbare onderzoeksbudgetten. Hiervoor zijn al enkele (proef)projecten opgezet (zie hoofdstuk 10). Ook is in dit verband relevant het onderzoeksprogramma 'Meer met bodemenergie' dat recentelijk van start is gegaan en wordt uitgevoerd door een consortium van Deltares, IF Technology, Bioclear en WUR (zie www.meermetbodemenergie.nl). Dit betreft praktijkgericht onderzoek, gecombineerd met wetenschappelijk onderzoek bij KIWA Water Research (KWR) in samenwerking met VU Amsterdam bij de Wageningen Universiteit (WUR) in samenwerking met Deltares, naar onder andere het voorkómen van putverstopping bij de combinatie van WKO met *in-situ* saneringstechnieken. 'Meer met Bodemenergie' wordt breed gesteund door partijen afkomstig van de overheid en de semi-overheid. Iedere betalende deelnemer mag zitting nemen in de stuurgroep en kan zo richting geven aan het onderzoek.

Voor de monitoring van de resultaten van de met WKO geïntegreerde actieve grondwatersaneringsmaatregelen is in principe de bovengenoemde monitoring eveneens geschikt. Indien afbraakstimulerende toelaststoffen worden ingezet, moet hier uiteraard ook op worden gemonitord.

INTERMEZZO MONITORING GESTIMULEERDER AFBRAAK

Indien zuurstof of andere elektronendonoren als nitraat of sulfaat zouden worden toegediend, kunnen conventionele analyses worden ingezet. Bij gebruik van complexe substraten kan worden gemonitord op gebruikelijke parameters als opgeloste of totaal organische stof, maar deze zijn vaak weinig onderscheidend. Door middel van analyse op gevormde vetzuren en/of de uiteindelijke elektronendonor waterstof kan meer specifiek het werkingsgebied van de toelaststof worden bepaald. Daarnaast zijn nutriënten van belang waarvoor eenvoudige analyses op ammonium, fosfaat en kationen volstaan.

11.4

SLOTOPMERKINGEN

ONBETAALBARE SANERINGEN KUNNEN RENDABEL WORDEN DOOR INTEGRATIE MET WKO

Het plaatsen van WKO's in verontreinigde gebieden is binnen het huidige beleid en met de bestaande technologie goed mogelijk. Gebruik van gesloten WKO's is vrijwel probleemloos. Een zodanige situering van een open WKO dat de milieuhygiënische toestand van de bodem niet verslechtert is meestal goed realiseerbaar. De ambitieuzere integratie van WKO en bodemsanering bevindt zich nog in een ontwikkelingsfase, maar is zeer gewenst vanuit het oogpunt van synergie. Daarmee kan het probleem dat sanering te kostbaar is worden opgelost door een investering in energiebesparing en CO₂-emissiereductie die zichzelf binnen afzienbare tijd terugverdient en dus na een aantal jaren geld oplevert: win-win-winst.

HOOFDSTUK 12 Subsidies en financiële regelingen

12.1

INLEIDING

Dit hoofdstuk gaat in op de mogelijkheden van subsidies en financiële regelingen voor de stimulatie van Warmte-Koude opslag(WKO) en in het bijzonder de combinatie van WKO en bodemsanering (Bosa). Omdat zowel gekeken is naar WKO als naar WKO en Bosa wordt dit in de onderstaande tekst afgekort als “WKO & (evt.) Bosa”.

Door middel van een Quick-scan is een overzicht gemaakt van mogelijk relevante regelingen binnen Agentschap NL die WKO of WKO & (evt.) Bosa stimuleren. Deze Quick-scan geeft op dit moment een redelijk overzicht wat Agentschap NL te bieden heeft. Van belang is dat de Quick-scan een bureaustudie is. Daarbij is het ook belangrijk te realiseren dat de regelingen in theorie een relatie met het thema hebben, maar in de praktijk deze nieuwe ontwikkelingen niet stimuleren omdat deze ontwikkelingen niet binnen de huidige doelstelling van de betreffende regeling valt. Uit de uitgevoerde inventarisatie blijkt dat er begin 2010 geen regelingen zijn die zich specifiek richten op de combinatie WKO & Bosa. Voor het bepalen van de definitieve mogelijkheden voor WKO & (evt.) Bosa binnen de bestaande regelingen is het nodig om afstemming te zoeken met de beheerders van de betreffende regelingen. Om die reden is dit hoofdstuk ook niet in de vorm van een handleiding geschreven maar geeft het een beknopt overzicht van de beschikbare regelingen.

12.2

REGELINGEN AGENTSCHAP NL TEN BEHOEVE VAN STIMULATIE VAN WKO & (EVT.) BOSA

Regelingen directe stimulatie WKO & (evt.) Bosa

In onderstaand overzicht staan de verschillende regelingen die anno 2010 WKO & (evt.) Bosa op directe wijze kunnen stimuleren:

- Energie InvesteringsAftrek (EIA).
- Groen Regeling.
- Milieu InvesteringsAftrek (MIA).
- Vrije Afschrijving Milieu Investerings (Vamil).
- Wet Bevordering Speur- en Ontwikkelingswerk (WBSO).
- Bodem+.
- DEN (regeling heet nu UKR en wordt UKP Verduurzaming warmte en koude).
- EOS.
- Kompas.

Voor een nadere omschrijving van de regelingen wordt verwezen naar bijlage 1 (tabel A en B). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen financiële regelingen (tabel A) en overige regelingen (tabel B). In de tabellen wordt ingegaan hoe de regeling heet, wie het beherende Ministerie is en vooral hoe gestimuleerd wordt (op projectniveau of op apparaatniveau). Daarnaast wordt ingegaan op de globale eisen, welke codering of omschrijving gestimuleerd wordt, voor wie de regeling is bedoeld en eventuele overige opmerkingen.

Overige ondersteuning

Van de overige regelingen richt Bodem+ zich vooral op overheden. DEN, EOS en Kompas hebben een gemengde doelgroep. Bodem+ begeleidt overheden bij bodemsaneringsprocessen en projecten op het gebied van WKO & Bosa. Vanuit de bedrijvenregeling zijn ook financieringsgelden beschikbaar voor bodemsaneringen. De toekenning van deze gelden is afhankelijk van de ouderdom van de verontreiniging en de relatie van de probleemhebber met de verontreiniging (schuldige eigenaar of niet). Voor meer informatie over de bedrijvenregeling wordt verwezen naar www.bodemplus.nl.

Het project "Sanergy" op Strijp-S (zie §10.1) is via de regeling DEN verlopen, maar de kans op een tweede project binnen deze regeling is onder de huidige omstandigheden naar verwachting zeer klein. Een vergelijkbaar verhaal geldt ook voor de regeling EOS. De laatste regeling, Kompas, is vooral gericht op energiebesparing bij woningen en utiliteitsgebouwen, maar is op dit moment minder gericht op de echte milieuthema's. Om deze redenen is op dit moment de verwachting dat de impact van DEN, EOS en Kompas op WKO & (evt.) Bosa beperkt is.

Conclusie directe stimulatie WKO & (evt.) Bosa

Het aantal regelingen, dat WKO & (evt.) Bosa direct kunnen stimuleren zijn beperkt. Binnen Agentschap NL zijn op dit moment geen mogelijkheden meer tot stimulatie voor ontwikkeling en haalbaarheid van deze (combinatie van) technieken. Financieel gezien worden alleen bedrijven gestimuleerd in wetenschappelijk onderzoek (*innovatie*) en aanschaf van apparaten ten behoeve van WKO & (evt.) Bosa (*vooral demonstratie en marktintroductie*). Exploitatiekosten en een compleet project worden binnen Agentschap NL niet door de directe regelingen financieel ondersteund.

Voor de overheden, maar ook andere doelgroepen is Agentschap NL daarentegen juist meer gericht op advisering en kennisuitwisseling, maar in de praktijk is deze stimulering beperkt in omvang, terwijl er wel kennis en kunde op deze vakgebieden binnen Agentschap NL aanwezig is.

12.3

REGELINGEN INDIRECTE STIMULATIE WKO & (EVT.) BOSA

Sommige regelingen hebben niet direct een relatie met WKO & (evt.) Bosa maar zouden in theorie kunnen stimuleren door deze onderwerpen binnen de regeling actiever op te pakken. Voorwaarde is natuurlijk dat dit binnen de financiering en mogelijkheden van de regeling ligt. In de praktijk blijkt dit veelal lastig te zijn. Een praktisch probleem is bijvoorbeeld dat de meeste "energie" regelingen opgestart zijn met het oog op energiebesparing en zich daarom niet willen of kunnen bezig houden met energieopwekking en/of algemene milieuthema's zoals bodemsanering. Voorbeelden hiervan is het project Strijp-S, die ondersteuning krijgt via DEN. Een kans op een ondersteuning van een nieuw project is zeer klein. Ook is een projectaanvraag bij UKR afgewezen omdat het niet goed binnen de huidige kaders van de regeling valt.

Ook bij Milieu & Technologie is aangegeven dat geen stimulatie kan plaatsvinden van projecten, maar dat op energiegebied alleen niet-technische haalbaarheidsstudies mogelijk zijn en dat op het gebied van bodemsanering geen stimulatie plaatsvindt. Een overzicht en nadere toelichting op de indirecte regelingen wordt gegeven in bijlage 1. Energietransitie, Interreg en Regelingen Gebouwde Omgeving (SLOK) lijken op basis van de Quick-scan de meeste potentie te hebben voor uitvoeringsprojecten op het gebied van WKO & (evt.) Bosa, maar dit zal nader uitgezocht moeten worden. Leren voor een Duurzame Ontwikkeling kan een goede rol spelen in bewustwording bij overheden om meer te kiezen voor duurzame ontwikkeling.

Conclusie

Op basis van het overzicht en de beoordelingen van enkele ingediende projecten wordt ingeschat dat de potentie van de indirecte regelingen voor de stimulering van WKO & (evt.) Bosa op dit moment laag is.

12.4

ALGEMENE CONCLUSIE

Voor WKO & (evt.) Bosa is bij Agentschap NL geen specifieke regeling. In theorie lijken veel regelingen deze combinatie van technieken te stimuleren omdat er een relatie bestaat met één of zelfs beide vakgebieden, maar in de praktijk wordt de potentie tot brede stimulering van deze technieken laag ingeschat. Dit wordt mede bevestigd door de ervaringen en beoordelingen, die bij die regelingen hebben plaatsgevonden.

Per doelgroep voor WKO & (evt.) Bosa zijn de volgende conclusies te trekken:

- 1 **Probleembezitters (voornamelijk gemeenten, provincies en bedrijven)**
Alleen bedrijven kunnen gebruik maken van fiscale regelingen voor de aanschaf van bedrijfsmiddelen voor de toepassing van WKO & (evt.) Bosa indien zij gedurende 5 jaar eigenaar blijven van deze bedrijfsmiddelen. Hierdoor is het dus voor een beperkte groep (de winstgevende bedrijven) interessant. Overheden zijn uitgesloten van financiële ondersteuning. De exploitatie wordt bij Agentschap NL niet financieel gestimuleerd, evenals haalbaarheids- en/of pilotstudies. Bij Agentschap NL zijn voor overheden wel mogelijkheden tot advisering en kennisuitwisseling, bijvoorbeeld via DEN, Kompas en Bodem+.
- 2 **Bevoegd Gezag**
Binnen Agentschap NL zijn er geen verplichte regelingen, die het Bevoegde gezag middelen geeft om de toepassing van WKO & (evt.) Bosa te stimuleren. Op dit moment werkt de regelgeving eerder tegen dan mee voor toepassing van de combinatie van deze technieken. Indien er wetgeving komt, kan InfoMil ondersteuning bieden voor overheden.
- 3 **Opdrachtnemers (voornamelijk bedrijven, soms semi-overheid)**
Voor de aanschaf van bedrijfsmiddelen voor de toepassing wordt verwezen naar punt 1. Tevens bestaat de mogelijkheid om subsidie te krijgen op innovatief onderzoek om de techniek verder te kunnen ontwikkelen. Dit onderzoek beperkt zich veelal tot wetenschappelijk onderzoek en niet op het niveau van haalbaarheidsonderzoeken of pilotprojecten. Met name de voorlichting en communicatie voor en naar bedrijven is momenteel zeer beperkt.

Echter uit het overzicht van alle regelingen is het ook mogelijk om kansen te signaleren, die mogelijk na overleg met de betreffende regeling en/of het beherende Ministerie uitvoerbaar zijn.

Literatuurlijst

- [1] Groen licht voor bodemenergie, advies Taskforce WKO (Taskforce WKO, 23 maart 2009).
- [2] Convenant bodemontwikkelingsbeleid en aanpak spoedlocaties.
- [3] Circulaire Bodemsanering 2009.
- [4] Concept beleidsnotitie wijziging Wbb ten behoeve van gebiedsgerichte aanpak grootschalige verontreinigingen (VROM, 2 oktober 2009).
- [5] NVOE, 2006, Werkwijzen en richtlijnen ondergrondse energieopslag.
- [6] NVOE, 2006, Voorbeeldproject.
- [7] Koude/warmteopslag in de praktijk, Meetgegevens van 67 projecten, (IF Technology, 2007, in opdracht van Agentschap NL).
- [8] Praktijkdocument ROSA: handreiking voor het maken van keuzes en afspraken voor mobiele verontreinigingen in de ondergrond (29 september 2005).
- [9] Advies duurzaam gebruik van de bodem voor WKO (TCB, september 2009).

BIJLAGE 1

Detailinformatie financiële regelingen

Bijlage 1.1 Overzicht directe financiële regelingen

Tabel 1A: Financiële Regelingen bij AgentschapNL, *direct* betrokken bij KWO & (evt.) Bosa

| Regeling | Beherend Ministerie | Hoe stimulering? | Globale eisen | Codering/omschrijving | Voor wie? | Overige opmerkingen |
|--|---------------------|--|---|--|-------------------------------|--|
| Energie Investerings Aftrek (EIA) | EZ | Maximaal 44% van het investeringsbedrag fiscaal aftrekbaar <i>Stimulatie op apparaatniveau</i> | - Niet gangbaar - Energiebesparend | zie Energielijst 2008, nummers 210802, 211101, 211102, 221103, 250102, 251201, 251202 | Bedrijven | Per 1 januari jaarlijkse vaststelling geactualiseerde Energielijst. Bijlage 2: Omschrijving relevante bedrijfsmiddelen |
| Energie Onderzoek Subsidie (EOS) | EZ | Financiële ondersteuning, kennisvergroting, samenwerking, advisering, <i>Stimulatie op projectniveau</i> | Van idee en onderzoek naar demonstratie en marktintroductie | Financiële steun en stimulatie samenwerking, organisatie congressen | Bedrijven, kennisinstellingen | Recent is de regeling NEO gestart. Deze regeling is gericht op wetenschappelijk energieonderzoek |
| Groen Beleggen/ Groen Financiering | VROM | Gunstige voorwaarden voor financiering projecten <i>Stimulatie vooral op apparaatniveau</i> | Projecten die positief effect op natuur en milieu én laag financieel rendement of hoog risico | 1. Duurzame energie (g1-g9) 2. Duurzame woningbouw (h1-h3) 3. Duurzame utiliteitsbouw (h4) 4. Bodemsanering (j) | Bedrijven en particulieren | Bijlage 3: Omschrijving relevante groenprojecten |
| Milieu Investerings Aftrek (MIA) | VROM | Maximaal 40% van het investeringsbedrag fiscaal aftrekbaar <i>Stimulatie op apparaatniveau</i> | - Milieuvriendelijk - Meerkosten | zie Milieulijst 2009, nummers F 9101 (40% MIA en Vamil) en E 1005 (15% MIA) | Bedrijven | Per 1 januari jaarlijkse vaststelling geactualiseerde Milieulijst. Bijlage 4: Omschrijving relevante bedrijfsmiddelen |
| Vrije afschrijving milieu-investeringen (Vamil) | VROM | Willekeurige (fiscale) afschrijving van het bedrijfsmiddel <i>Stimulatie op apparaatniveau</i> | - Milieuvriendelijk - Meerkosten | zie Milieulijst 2009, nummer F 9101 (40% MIA en Vamil) | Bedrijven | Per 1 januari jaarlijkse vaststelling geactualiseerde Milieulijst. Bijlage 4: Omschrijving relevante bedrijfsmiddelen |
| WBSO (Wet bevordering Speur- en ontwikkelingswerk) | EZ | Tegemoetkoming in loonkosten van innovatieve ontwikkelingsprojecten, technisch-wetenschappelijk onderzoek en/of haalbaarheidsonderzoek <i>Stimulatie op apparaatniveau</i> | Innovatief onderzoek | Onder andere onderzoek naar nieuwe producten, productieprocessen, nieuwe programmatuur: | Bedrijven | WBSO stimuleert onderzoek naar bodemverontreiniging en –saneringstechnieken. |

Tabel 1B: Overige Regelingen bij AgentschapNL, *direct* betrokken bij KWO & (evt.) Bosa

| Regeling | Beherend Ministerie | Hoe stimulering? | Globale eisen | Codering/omschrijving | Voor wie? | Overige opmerkingen |
|---|---------------------|--|---|--|--|--|
| Bodem+ | VROM | Kennisoverdracht en advisering <i>Stimulatie op projectniveau</i> | | (o.a.) ondergrond, nazorg en grondwater en milieuaansprakelijkheid | Gemeenten, provincies en waterschappen | |
| Duurzame Energie Nederland (DEN) <i>Opm.: DEN bestaat niet meer, is UKR en wordt UKP</i> | EZ | Kennis, advisering en samenwerking <i>Stimulatie op projectniveau</i> | Stimulatie gebruik duurzame energiebronnen | Wind, zon, biomassa, water of aardwarmte | Bedrijven, overheden, kennisinstellingen, overig | -verspreiden kennis, - projectbegeleiding, - vereenvoudigen vergunningstraject |
| Energie Onderzoek Subsidie (EOS) | EZ | Financiële ondersteuning, kennisvergroting, samenwerking, advisering, <i>Stimulatie op projectniveau</i> | Van idee en onderzoek naar demonstratie en marktintroductie | Financiële steun en stimulatie samenwerking, organisatie congressen | Bedrijven, kennisinstellingen | Recent is de regeling NEO gestart. Deze regeling is gericht op wetenschappelijk energieonderzoek |
| Kompas, energiebewust wonen en werken | VROM | Advisering en kennis <i>Stimulatie op projectniveau</i> | | Stimulering CO ₂ -reductie bij de bouw en het gebruik van woningen en utiliteitsgebouwen en bij gebiedsontwikkeling | Bedrijven, overheden en overig | Heel scala aan efficiënte instrumenten beschikbaar voor verschillende doelgroepen |

Bijlage 1.2 Mogelijkheden EIA

Overzichtslijst uit Energielijst 2008 met bedrijfsmiddelen die relatie hebben met Koude-WarmteOpslag

210802 [W] Warmtewisselaar voor warmteterugwinning in tuinbouwkassen

Bestemd voor: het afwisselend onttrekken en toevoeren van warmte, waarbij de overtollige warmte tijdelijk wordt opgeslagen om op momenten van warmtebehoefte weer ingezet te worden,

en bestaande uit: warmtewisselaar met geïntegreerde toerengeregelde ventilator, pomp, (eventueel) dagbuffer.

Toelichting: Wordt veelal toegepast in combinatie met een aquifer (code 251201) en warmtepomp (code 211101) in (semi) gesloten tuinbouwkassen.

211101 [W] Warmtepomp

Bestemd voor: het verwarmen van ruimten in woningen of bedrijfsgebouwen, en bestaande uit:

a. elektrisch gedreven warmtepomp met een COP > 3,6 gemeten conform NEN-EN 14511, (eventueel) bodemwarmtewisselaar of grondwaterbron, (eventueel restwarmteopslagvat), of

b. gasgestookte (absorptie)warmtepomp met een gas utilization efficiency > 1,4 gemeten conform NEN-EN 12309-2, (eventueel) bodemwarmtewisselaar of grondwaterbron, (eventueel restwarmteopslagvat), of

c. absorptiewarmtepomp waarbij de regenerator wordt aangedreven door afvalwarmte of warmte uit duurzame bron of afvalwarmte uit een productieproces of warmtekrachtinstallatie, (eventueel) bodemwarmtewisselaar of grondwaterbron, (eventueel restwarmteopslagvat).

Toelichting: Een toestel dat voldoet aan energieefficiëntieklasse A op verwarmen, voldoet ook aan de rendementseis.

Als de installatie altijd geregeld wordt op de koelvraag, is het geen warmtepomp. Het kan dan wel een koelinstallatie met warmteterugwinning zijn. Zie de code 220813.

Warmtepompsystemen waarbij ruimteverwarming en tapwater zijn gecombineerd, moeten voldoen aan de omschrijving van code 211101.

NEN-EN 14511 en NEN-EN 12309-2 zijn niet van toepassing op een gasmotor gedreven warmtepomp. Een gasmotor gedreven warmtepomp zal op dezelfde wijze worden beoordeeld als de gasgestookte warmtepomp. Een luchtontvochtiger wordt niet als warmtepomp beoordeeld, maar als een koelinstallatie met nuttig gebruik van condensorwarmte. De condensor kan

in dat geval gemeld worden onder code 220813. Efficiënte luchtontvochtigers staan vermeld onder code 210705.

Luchtkanalen komen niet in aanmerking.

211102 [W] Warmtepompboiler

Bestemd voor: het nuttig aanwenden van warmte voor de verwarming van tapwater in woningen of bedrijfsgebouwen,

en bestaande uit: elektrisch gedreven warmtepompboiler met een COP > 2,5 gemeten conform NEN-EN 255-3,

(eventueel) bodemwarmtewisselaar of grondwaterbron, (eventueel) restwarmteopslagvat

Toelichting: Warmtepompsystemen waarbij ruimteverwarming en tapwater zijn gecombineerd, moeten voldoen aan de omschrijving van code 211101.

Bijlage 1.2 Mogelijkheden EIA

Overzichtslijst uit Energielijst 2008 met bedrijfsmiddelen die relatie hebben met Koude-WarmteOpslag

210802 [W] Warmtewisselaar voor warmteterugwinning in tuinbouwkassen

Bestemd voor: het afwisselend onttrekken en toevoeren van warmte, waarbij de overtollige warmte tijdelijk wordt opgeslagen om op momenten van warmtebehoefte weer ingezet te worden,

en bestaande uit: warmtewisselaar met geïntegreerde toerengeregelde ventilator, pomp, (eventueel) dagbuffer.

Toelichting: Wordt veelal toegepast in combinatie met een aquifer (code 251201) en warmtepomp (code 211101) in (semi) gesloten tuinbouwkassen.

211101 [W] Warmtepomp

Bestemd voor: het verwarmen van ruimten in woningen of bedrijfsgebouwen, en bestaande uit:

a. elektrisch gedreven warmtepomp met een COP > 3,6 gemeten conform NEN-EN 14511, (eventueel) bodemwarmtewisselaar of grondwaterbron, (eventueel restwarmteopslagvat), of

b. gasgestookte (absorptie)warmtepomp met een gas utilization efficiency > 1,4 gemeten conform NEN-EN 12309-2, (eventueel) bodemwarmtewisselaar of grondwaterbron, (eventueel restwarmteopslagvat), of

c. absorptiewarmtepomp waarbij de regenerator wordt aangedreven door afvalwarmte of warmte uit duurzame bron of afvalwarmte uit een productieproces of warmtekrachtinstallatie, (eventueel) bodemwarmtewisselaar of grondwaterbron, (eventueel restwarmteopslagvat).

Toelichting: Een toestel dat voldoet aan energieefficiëntieklasse A op verwarmen, voldoet ook aan de rendementseis.

Als de installatie altijd geregeld wordt op de koelvraag, is het geen warmtepomp. Het kan dan wel een koelinstallatie met warmteterugwinning zijn. Zie de code 220813.

Warmtepompsystemen waarbij ruimteverwarming en tapwater zijn gecombineerd, moeten voldoen aan de omschrijving van code 211101.

NEN-EN 14511 en NEN-EN 12309-2 zijn niet van toepassing op een gasmotor gedreven warmtepomp. Een gasmotor gedreven warmtepomp zal op dezelfde wijze worden beoordeeld als de gasgestookte warmtepomp. Een luchtontvochtiger wordt niet als warmtepomp beoordeeld, maar als een koelinstallatie met nuttig gebruik van condensorwarmte. De condensor kan

in dat geval gemeld worden onder code 220813. Efficiënte luchtontvochtigers staan vermeld onder code 210705.

Luchtkanalen komen niet in aanmerking.

211102 [W] Warmtepompboiler

Bestemd voor: het nuttig aanwenden van warmte voor de verwarming van tapwater in woningen of bedrijfsgebouwen,

en bestaande uit: elektrisch gedreven warmtepompboiler met een COP > 2,5 gemeten conform NEN-EN 255-3,

(eventueel) bodemwarmtewisselaar of grondwaterbron, (eventueel) restwarmteopslagvat

Toelichting: Warmtepompsystemen waarbij ruimteverwarming en tapwater zijn gecombineerd, moeten voldoen aan de omschrijving van code 211101.

221103 [W] Warmtepomp

Bestemd voor: het nuttig aanwenden van warmte voor processen, en bestaande uit:

a. elektrisch gedreven warmtepomp met een COP > 3,6 gemeten onder normale bedrijfsomstandigheden, (eventueel)

bodemwarmtewisselaar of grondwaterbron, (eventueel restwarmteopslagvat), of

b. gasgestookte absorptiewarmtepomp met een gas utilization efficiency > 1,4 gemeten onder normale bedrijfsomstandigheden,

(eventueel) bodemwarmtewisselaar of grondwaterbron, (eventueel restwarmteopslagvat). of

c. absorptiewarmtepomp waarbij de regenerator wordt aangedreven door afvalwarmte¹, warmte uit duurzame bron, afvalwarmte

uit een productieproces of warmtekrachtinstallatie, (eventueel) bodemwarmtewisselaar of grondwaterbron, (eventueel restwarmteopslagvat).

Toelichting: Als de installatie altijd geregeld wordt op de koelvraag is het geen warmtepomp.

Het kan dan wel een koelinstallatie met warmteterugwinning zijn. Zie de code 220813.

Een luchtontvochtiger wordt niet als warmtepomp beoordeeld, maar als een koelinstallatie met nuttig gebruik van condensorwarmte.

De condensor kan in dat geval gemeld worden onder code 220813. Efficiënte luchtontvochtigers staan vermeld onder code 210705.

250102 [W] Aardwarmtewinningsstelsel

Bestemd voor: het winnen van warmte uit diepe aardlagen voor de verwarming van processen of van gebouwen,

en bestaande uit: aardwarmtewinningsinstallatie, aansluiting op verwarmingsnet.

Toelichting: Dit gaat in het algemeen om systemen met bronnen van enige honderden meters diepte.

251201 [W] Warmte- of koudeopslag in de bodem (aquifer)

Bestemd voor: het opslaan van warmte of koude in de bodem met grondwater als opslagmedium,

voor het koelen of verwarmen van gebouwen of processen, en bestaande uit: een gesloten systeem met

grondwaterbronnen/putten, die voor onttrekking en injectie worden gebruikt en waarbij de jaarlijkse netto thermische balans van de bodem nagenoeg neutraal is, grondwaterpompen, transportleiding van putten naar applicatievestiging, (eventueel) warmtewisselaar tussen grondwater en gebouwnet.

251202 [W] Grondwarmtewisselaar

a. Bestemd voor: het koelen of verwarmen van water voor gebruik in bedrijfsgebouwen of bij processen met behulp van

een warmtewisselaar die in het grondwater ligt,

en bestaande uit: ondergrondse warmtewisselaar pomp, (eventueel) water-lucht warmtewisselaar in

stallen die de warmte of koude rechtstreeks uit de bodem afgeeft, (eventueel)

restwarmteopslagvat, of

b. Bestemd voor: het verwarmen van water voor gebruik in bedrijfsgebouwen of bij processen met behulp van een

warmtewisselaar die in de wegverharding ligt,

en bestaande uit: pomp(en), ondergrondse warmtewisselaar of warmtevoerende buizen in de wegverharding

exclusief de wegverharding zelf, (eventueel) restwarmteopslagvat.

c. Bestemd voor: het verkoelen of voorverwarmen van buitenlucht voor het gebruik in gebouwen met behulp van

ondergrondse buizen als warmtewisselaar, en bestaande uit: luchtgrondbuizen met een

diameter van maximaal 40 cm,

(eventueel) luchtplenum, (eventueel) automatisch geregelde centrale bypass.

Toelichting: Alleen het grondbuizensysteem komt in aanmerking. Exclusief het hierop aangesloten kanaalwerk voor nabehandeling en/of distributie van lucht in het gebouw.

Bijlage 1.3 Mogelijkheden Groen Beleggen / Groen Financiering

Overzichtslijst groenprojecten die gesteund worden

Duurzame energie [categorie g]

Hier vindt u specifieke informatie over duurzame energieprojecten en groene financiering. U kunt projecten indienen die duurzame energie opwekken op een van de onderstaande manieren.

Als uw project voor duurzame energie niet past in deze categorieën, kunt u het misschien indienen in categorie k Andere projecten.

- Opwekken van elektriciteit uit schoon hout en energierijke gewassen [g1]
- Windturbines [g2]
- Fotovoltaïsche cellen (zonnepanelen en zonnecellen) [g3]
- Zonnecollectoren [g4]
- Winnen van aardwarmte [g5]
- Energieopwekking uit waterkracht [g6]
- Warmtepompen [g7]
- Warmte- of koudeopslag in aquifers [g8]
- Warmtedistributie [g9]

Duurzame woningbouw en renovatie [categorie h1-h3]

Onder duurzame woningbouw en renovatie vallen:

- Projecten om nieuwe woningen te bouwen [h1]
- Projecten om nieuwe woningen te creëren in objecten zonder woonbestemming (bestaand vastgoed zonder woonbestemming) [h2]
- Projecten om bestaande woningen die zijn gebouwd voor 1980 te renoveren [h3]

Zeer duurzame utiliteitsbouw [categorie h4]

U kunt een groenverklaring aanvragen voor projecten gericht op de realisatie van zeer duurzame utiliteitsbouw.

Bij zeer duurzame utiliteitsbouw is slechts een zeer beperkte keuzemogelijkheid voor maatregelen. Dit in tegenstelling tot de systematiek die bij duurzaam bouwen en renoveren van woningen en de Groen Label Kassen is gekozen. Er is daarentegen een pakket van 8 maatregelen geformuleerd waar een project aan moet voldoen. Dit pakket is zeer ambitieus in verhouding tot het bouwbesluit en wat er in de praktijk wordt gerealiseerd. Het pakket is echter technisch gezien zeker te realiseren door de projectbeheerder die een aanzienlijke inspanning voor duurzaamheid pleegt. De eisen zijn te vinden in onderstaande documenten.

Gebouwen of gebouwdelen met een industriefunctie of overige gebruiksfunctie, bijvoorbeeld bedrijfshallen, komen niet in aanmerking voor de regeling, omdat het bouwbesluit geen energieprestatie-eisen stelt aan deze gebouwen of gebouwdelen.

Bodemsanering [categorie j]

U kunt een groenverklaring aanvragen voor projecten gericht op vrijwillige sanering van verontreinigde (water)bodems. De bodemverontreiniging in Nederland heeft een zeer grote omvang. Daarom zijn er beperkingen voor deze projectcategorie:

- Er moet sprake zijn van een ernstige verontreiniging op basis van de Wet bodembescherming
- De bevoegde autoriteit moet goedkeuring hebben gegeven aan het saneringsplan.

Bijlage 1.4 Mogelijkheden MIA\Vamil

Overzichtslijst uit Milieulijst met bedrijfsmiddelen die relatie hebben met KWO (al dan niet in combinatie met bodemsanering).

De Milieulijst bevat innovatieve en milieuvriendelijke bedrijfsmiddelen, die gestimuleerd worden door middel van belastingsvoordeel bij aanschaf. Dus geen financieel voordeel op de exploitatie van het bedrijfsmiddel.

De volgende bedrijfsmiddelencodes hebben een redelijk directe link met het bovengenoemde thema. In de Mileulijst staan vele andere bedrijfsmiddelen die gestimuleerd kunnen worden (als bodem in brede zin wordt bekeken, zie bijlage 5) en daarmee mogelijk interessant kunnen zijn voor VROM.

B 9101 Saneringsgrondwaterbenuttingssysteem

bestemd voor: het winnen en als koel- of proceswater aanwenden van verontreinigd grondwater, waarbij het water na gebruik geloosd wordt op een zuiveringswerk, en bestaande uit: pomp, (eventueel) warmtewisselaar.

Toelichting: Het zuiveringswerk komt niet in aanmerking.

Opmerking: code wordt per 1 januari 2009 aangepast. Het nog goed te keuren voorstel naar opdrachtgever VROM wordt:

B 9101 Systeem voor nuttig gebruik saneringswater

Bestemd voor: het winnen en als koel- of proceswater aanwenden van verontreinigd grondwater dat vrijkomt bij de bodem- en/of grondwatersaneringen, waarbij het water na gebruik wordt geloosd op een zuiveringswerk.

En bestaande uit: onttrekkingsfilters, leidingwerk, pomp, (eventueel) warmtewisselaar, (eventueel) zuivering ten behoeve van gebruik voor proceswater.

Toelichting: het zuiveringswerk ten behoeve van het verontreinigd grondwater komt niet in aanmerking.

E 1005 Zeer duurzaam utiliteitsgebouw (aftopping: €2.000.000)

bestemd voor: het duurzaam vervullen van utiliteitsfuncties met een gebouw dat is gerealiseerd volgens de criteria zoals genoemd in bijlage 4 van de Regeling Groenprojecten 2005 (Maatregelen zeer duurzame utiliteitsbouw 2005), en bestaande uit: utiliteitsgebouw.

Het bedrijfsmiddel komt voor maximaal € 2.000.000 van het investeringsbedrag in aanmerking voor de milieu-investeringsaftrek.

Toelichting: Zie voor de criteria de 'Handleiding Projectplan duurzame utiliteitsbouw' op de subsite 'Groen beleggen en financieren' op www.senternovem.nl. Ook te vinden via de veelgestelde vragen op www.senternovem.nl/mia.

Gebouwen of gebouwdelen waarvoor het Bouwbesluit geen energieprestatie-eis stelt komen niet in aanmerking. Voorbeelden van dergelijke gebouwen zijn bedrijfshallen, onverwarmde logiesgebouwen en tijdelijke bouwwerken. Voor meer informatie over het bouwbesluit, gebouwfuncties en energieprestatie-eisen zie <http://87.251.60.63/bouwbesluitonline>.

Opmerkingen bij E 1005:

- *Deze code op de Milieulijst eist 70% van de wettelijke EPC en stimuleert daarmee (indirect) onder andere het gebruik van KWO in bouwprojecten.*
- *GROEN Beleggen (categorie H4, zie bijlage 3) heeft dezelfde eisen als MIA\Vamil voor zeer duurzame utiliteitsgebouwen.*

Bijlage 1.5 Overzicht en toelichting op de regelingen die KWO & (evt) Bosa indirect kunnen stimuleren

Sommige regelingen hebben niet direct een relatie met KWO & (evt.) Bosa maar zouden in theorie kunnen stimuleren door deze onderwerpen binnen de regeling actiever op te pakken. Voorwaarde is natuurlijk dat dit binnen de financiering en mogelijkheden van de regeling ligt. In de praktijk blijkt dit veelal lastig te zijn. Op basis van de ervaringen van enkele projecten wordt ingeschat dat de potentie van de indirecte regelingen voor de stimulering van KWO & (evt.) Bosa op dit moment laag is. In de onderstaande tabellen (A en B) worden de regelingen die KWO & (evt.) Bosa indirect zouden kunnen stimuleren nader toegelicht.

Financiële ondersteuning bedrijven en particulieren

De regelingen die financieel ondersteunen zijn in deze categorie gericht op zowel particulieren, bedrijven en overheden.

Particulieren en woningcorporaties kunnen onder andere subsidie krijgen voor een warmtepomp in een bestaande woning. Ofwel deze regeling is gericht op aanschaf van apparaten (warmtepomp) en hierbij wordt geen relatie gelegd met bodemsanering. Voor bedrijven zijn er vooral mogelijkheden op innovatiegebied, bijvoorbeeld Innovatievouchers en innovatiekrediet. Op het gebied van financiële ondersteuning en advies op het gebied van haalbaarheidsstudies kunnen bedrijven terecht bij EOS, Energietransitie en Milieu&Technologie. Echter, Milieu&Technologie stimuleert alleen niet-technische haalbaarheidsstudies voor KWO & (evt.) Bosa en is daarmee op dit moment beperkt inzetbaar. Bij de regelingen EOS en Energietransitie is de verwachting dat er vooral naar energie gekeken wordt en de combinatie met milieu (bodemsanering) op dit moment niet gestimuleerd wordt. *Dit dient nog gecheckt te worden bij de betreffende regelingen.*

Financiële en overige ondersteuning overheden

Overheden kunnen voor zeer specifieke projecten financiële ondersteuning krijgen voor uitvoeringsprojecten via SLOK en ISV-2 of UKR naar energieneutraal wonen. Ook kunnen overheden via Interreg subsidie krijgen voor creatieve en vernieuwende samenwerkingsprojecten ten behoeve van de duurzame ontwikkeling van de ruimte. Recent is er een aanvraag ingediend bij UKR op het gebied van KWO in combinatie met Bosa en deze is afgewezen. Hiermee lijkt (financiële en overige) stimulatie van de overheden binnen de indirecte regelingen mogelijk alleen nog plaats te vinden via advisering, bijvoorbeeld bij Leren voor een Duurzame Ontwikkeling en in de experimenteerfase, bijvoorbeeld EOS en Energietransitie. *In hoeverre KWO & (evt.) Bosa op dit moment past binnen de betreffende regelingen dient nog gecheckt te worden.* InfoMil zou vanuit de wet- en regelgeving mogelijk kunnen ondersteunen bij de toepassing van KWO & (evt.) Bosa.

Overige ondersteuning

Via SMOM worden initiatieven van maatschappelijke organisaties ondersteund die een bijdrage leveren aan het nationale debat over duurzame ontwikkeling en milieu. *Onduidelijk is of een onderwerp als KWO & (evt.) Bosa past binnen SMOM.*

Conclusie indirecte stimulatie KWO & (evt.) Bosa

Er zijn redelijk veel (indirecte) regelingen die KWO & (evt.) Bosa in theorie kunnen stimuleren. Op basis van de ervaringen met een paar projectaanvragen, die niet goed gekeurd zijn of eenmalig gehonoreerd zijn bij een regeling wordt de potentie van deze regelingen op dit moment laag ingeschat.

Tabel 5 A: Financiële Regelingen bij AgentschapNL, *indirect* betrokken bij KWO & (evt.) Bosa

| Regeling | Beherend Ministerie | Hoe stimulering? | Globale eisen | Codering/omschrijving | Voor wie? | Overige opmerkingen |
|---|--|---|--|---|--|--|
| Duurzame warmte | EZ | Subsidie in bestaande bebouwing op aanschaf zonneboilers, warmtepompen en micro-WKK <i>Stimulatie op apparaatniveau</i> | Warmtepomp voor ruimteverwarming van 1 of meerdere bestaande woningen | Warmtepompen, lucht-warmtepomp; micro-WKK. | Particulieren en woningcorporaties (laatste kan ook gebruik maken van EIA) | Start per 1 september 2008. Einde 31 december 2011. |
| Energietransitie | EZ, VROM, V&W, L&V BZ Financiën | Financiële ondersteuning, advisering, samenwerking, <i>Stimulatie op projectniveau</i> | Nieuwe kijk op energie | Ontwikkeling schone en betaalbare energie te stimuleren, versnellen en experimenteren | Bedrijven, overheden, kennisinstellingen, overig | Onderdeel gebouwde omgeving sluit aan op thema. |
| Innovatievouchers | EZ | Financiële ondersteuning <i>Stimulatie op projectniveau</i> | | Innovatie door middel van kennisoverdrachtproject | MKB | stimuleren onderzoek naar KWO & (evt.) Bosa |
| Innovatiekrediet (voorheen Uitdagingskrediet) | EZ | Financiële ondersteuning <i>Stimulatie op apparaat- en projectniveau</i> | Ontwikkelen nieuwe producten, processen en diensten, die een zeer goed marktperspectief hebben en daarmee een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan een snelle groei van het bedrijf | Ondersteuning technische risico's tijdens de ontwikkelingsfase voorafgaand aan marktintroductie | Bedrijven | Dekking tot 35% van de ontwikkelingskosten tot maximaal 1 miljoen euro Per 5 juli 2008 biedt de regeling financieel ruimere mogelijkheden. |
| Interreg | VROM | Subsidie <i>Stimulatie op projectniveau</i> | Creatieve en vernieuwende samenwerkingsprojecten | t.b.v. duurzame ontwikkeling van de ruimte | Overheden | Projectstimuleringsregeling en Co-financieringsregeling |
| Leren voor Duurzame Ontwikkeling (LvDO) | LNV, VROM, AZ, OCW, EZ, V&W, BZ en IPO, UvW. | Advisering, kennis, samenwerking stimuleren, financiële ondersteuning <i>Stimulatie op projectniveau</i> | Primair gericht op onderwijs en overheid | Door kennis, coaching en samenwerking gaan mensen als vanzelfsprekend kiezen voor duurzame ontwikkeling | Kennisinstellingen en overheden | Door leesproces op maat meer kennis, competenties en motivatie om aan duurzame ontwikkeling te werken |

Tabel 5 A (vervolg): Financiële Regelingen bij AgentschapNL, *indirect* betrokken bij KWO & (evt.) Bosa

| Regeling | Beherend Ministerie | Hoe stimulering? | Globale eisen | Codering/omschrijving | Voor wie? | Overige opmerkingen |
|---|---------------------|--|---|--|--|---|
| Milieu&Technologie | VROM EZ LNV | Financiële ondersteuning en kennis <i>Stimulatie op apparaat- en projectniveau</i> | Milieugerichte innovaties om milieuvervuiling door de industrie terug te dringen | Toepassen van nieuwe producten, processen of diensten in de praktijk en het op de markt brengen hiervan. Tevens ondersteuning van diverse industriële kennisnetwerken en door kennisoverdracht | Bedrijven | Subsidieaanvragen van 2 januari – 9 september mogelijk. Budget € 5 miljoen. Alleen niet technische haalbaarheidsstudies mogelijk op het gebied van energie. Bodemsanering geen stimulatie. |
| Regelingen Gebouwde Omgeving | VROM | Financiële ondersteuning met verschillende regelingen, onder andere SLOK (Stimulering Locale Klimaatinitiatieven) en ISV-2 (Investeringsbudget Stedelijke Vernieuwing). <i>Stimulatie op projectniveau</i> | SLOK: reductie CO2-emissie i.c.m. verminderen uitstoot andere broeikasgassen ISV-2: kwaliteit steden op duurzamer niveau brengen | SLOK: Allerlei initiatieven worden gehonoreerd ISV-2: zowel fysieke maatregelen als duurzame milieumaatregelen | SLOK: gemeenten (31,5 miljoen), provincies (3,5 miljoen) ISV-2: gemeenten | SLOK: Einddatum indieningstermijn 1-9-2009 ISV-2: periode 2005-2009, budget 1,43 miljard |
| Subsidieregeling Maatschappelijke Organisaties en Milieu (SMOM) | VROM | Financiële ondersteuning <i>Stimulatie op projectniveau</i> | Ondersteuning van initiatieven van maatschappelijke organisaties, die bijdrage leveren aan het nationale debat over duurzame ontwikkeling en milieu | Onder andere projecten op het gebied van: oplossingen en alternatieven voor milieu of duurzame ontwikkeling ontwikkelen en bepleiten | Overig | Jaarlijks budget van ongeveer € 5 miljoen voor projecten en programma's. Uitvoering regeling in nauwe samenwerking met VROM |
| UKR naar energieneutraal wonen | VROM, EZ | Financiële ondersteuning <i>Stimulatie op projectniveau</i> | Energiebesparing, toepassing duurzame energie en de reductie van CO ₂ -uitstoot bij woningbouw. | Project van minimaal 50 woningen kunnen bij tenminste 45% minder CO ₂ -uitstoot in aanmerking komen voor een financiële bijdrage, zowel nieuwbouw als renovatie | Bedrijven, overheden, overig | Regeling sluit aan bij platform Gebouwde Omgeving van Energietransitie |

Tabel 5 B: Overige Regelingen bij AgentschapNL, indirect betrokken bij KWO & (evt.) Bosa

| Regeling | Beherend Ministerie | Hoe stimulering? | Globale eisen | Codering/omschrijving | Voor wie? | Overige opmerkingen |
|---|---|--|---|---|--|---|
| BANS Klimaatconvenant | VROM | Kennisuitwisseling om actief klimaatbeleid te voeren <i>Stimulatie op projectniveau</i> | Nvt, SN geeft mogelijkheden en procesbegeleiding | Met kennis zorgen voor invloed op andere sectoren, zodat energiebesparing optreedt | Gemeenten en provincies | In loop van 2008 vervolgregeling, onder andere SLOK |
| Duurzaam inkopen | VROM | Kennis en advisering <i>Stimulatie op apparaat – en projectniveau</i> | Overheid wil duurzaam inkopen en dit ook bij andere partijen stimuleren | Onder andere energiebesparende maatregelen | In eerste instantie overheid, maar ook bedrijven kunnen met de opgebouwde kennis ook hun voordeel hiermee doen | |
| Energietransitie | EZ, VROM, V&W, L&V BZ Financiën | Financiële ondersteuning, advisering, samenwerking <i>Stimulatie op projectniveau</i> | Nieuwe kijk op energie | Ontwikkeling schone en betaalbare energie te stimuleren, versnellen en experimenteren | Bedrijven, overheden, kennisinstellingen, overig | Onderdeel gebouwde omgeving sluit aan op thema. |
| Infocentrum Milieu (InfoMil) | VROM | Advisering en kennis <i>Stimulatie op apparaat- en projectniveau</i> | | o.a. bewaren overzicht wet- en regelgeving milieu | Overheden, overig | stimuleren KWO & (evt.) Bosa toe te passen |
| Leren voor Duurzame Ontwikkeling (LvDO) | LNV, VROM, AZ, OCW, EZ, V&W, BZ en IPO, UvW. | Advisering, kennis, samenwerking stimuleren, financiële ondersteuning <i>Stimulatie op projectniveau</i> | Primair gericht op onderwijs en overheid | Door kennis, coaching en samenwerking gaan mensen als vanzelfsprekend kiezen voor duurzame ontwikkeling | Kennisinstellingen en overheden | Door leesproces op maat meer kennis, competenties en motivatie om aan duurzame ontwikkeling te werken |

Bijlage 1.6 Overige regelingen binnen en buiten AgentschapNL

In deze bijlage is vanuit een groter perspectief van duurzame energie en milieubescherming naar regelingen binnen en buiten AgentschapNL gekeken. Voorbeelden van deze thema's zijn het reduceren van broeikasgassen, CO₂-opslag in de bodem en energiebesparing voor branches (MJA). Doel van dit soort regelingen is algehele verbetering van het milieu waarbij raakvlakken zijn met de bodem. Ook dit overzicht is middels een Quick-Scan opgesteld. In de praktijk dient dan ook eerst gecontroleerd te worden of KWO & (evt.) Bosa daadwerkelijk door de betreffende regeling gestimuleerd kan worden en/of de regeling eventueel aangepast kan worden zodat deze stimulatie wel mogelijk gemaakt kan worden.

Overige regelingen binnen SenterNovem in brede zin met een relatie KWO & (evt.) Bosa

In de tabel C staan overige regelingen, die in brede zin en in theorie KWO & (evt.) Bosa kunnen stimuleren. In dit overzicht wordt dus gekeken naar het grotere perspectief van duurzame energie en milieubescherming, onder andere het reduceren van broeikasgassen, CO₂-opslag in de bodem en energiebesparing voor branches (MJA). Doel is dan dus algehele verbetering van het milieu waarbij raakvlakken zijn met de bodem. Dit betekent in de praktijk veelal dat eerst gecontroleerd moet worden of KWO & (evt.) Bosa daadwerkelijk door de betreffende regeling gestimuleerd kan worden en/of de regeling eventueel aangepast kan worden zodat deze stimulatie mogelijk gemaakt kan worden.

Opgemerkt wordt dat de regelingen EIA, MIA en Vamil (zie tabel 1A) meer te bieden hebben voor bedrijven dan in deze tabel staat aangegeven, aangezien in de Milieu- en Energielijst vele bedrijfsmiddelen zijn opgenomen waar fiscaal voordeel op kan worden verkregen.

Tabel 6 A Overige Regelingen bij AgentschapNL met in brede zin met een relatie KWO & (evt.) Bosa

| Regeling | Beherend Ministerie | Hoe stimulering? | Globale eisen | Codering/omschrijving | Voor wie? | Overige opmerkingen |
|---|--------------------------|--|--|---|----------------------------------|--|
| Carbon Credits.nl (CERUPT/ERUPT) | VROM EZ | Opbrengst van verkoop emissierechten door internationale bedrijven worden andere duurzame projecten gefinancierd. | Verkoop van emissierechten doordat deze bedrijven minder CO ₂ uitstoten (agv investering in energie-efficiency en milieu) | | Internationale bedrijven | |
| CO ₂ afvang en opslag (CCS) | VROM EZ | Kennis , o.a. scheppen randvoorwaarden CCS toepassing op grotere schaal. | Onbekend bij mij | Stimulering afvang en opslag CO ₂ | Bedrijven, overheden, overig | In 2010 4 afvang en twee opslag demo's, in 2015 twee grote demonstratieprojecten |
| Energiebesparing in grond-, weg- en waterbouw (GWW) | V&W | Kennis | Doel: energiereductie bij openbare verlichting | kennisoverdracht | Gemeenten en provincies | |
| Glastuinbouw en Milieu (GlaMi) | EZ? | Kennis en samenwerking | | Energiebesparing, duurzame ruimtelijke ontwikkeling stimuleren | Glastuinbouw en gemeenten | SN secretariaat regeling |
| Meerjarenafspraken Energie-efficiency (MJA) | VROM, EZ, LNV, V&W | Advisering, kennis en samenwerking stimuleren | Vrijwillige inzet | Opstellen overeenkomst tussen overheid en bedrijven en instellingen over effectiever en efficiënter inzetten van energie, zodat Nederland sneller kan voldoen aan afgesproken CO ₂ -reductie | Bedrijven en brancheorganisaties | Ondersteuning bij opstellen energiebesparingsplan, optimalisatie bedrijfsprocessen of invoeren energiezorgsysteem. |
| ROB het programma voor de reductie van niet-CO ₂ -broeikasgassen | EZ, VROM, LNV | Subsidie, kennisoverdracht en advisering | Positieve houding tegenover maatregelen reductie overige broeikasgassen | Ontwikkeling en toepassing nieuwe technieken in sectoren veeteelt, koel- en vriesapparatuur en vuilstortplaatsen stimuleren | Bedrijven, overheden, overig | |
| Technologische | EZ | Financiële | Fundamenteel- | Verschillende TTI's, | Bedrijven en | SN beheert en |

| | | | | | | |
|---------------------|--|----------------------|--|---|--------------------|--|
| Topinstituten (TTI) | | ondersteuning | strategisch onderzoek voor kennis op thema's van internationale betekenis. | financiering via publiek-private samenwerking | kennisinstellingen | monitoort de TTI's. Op dit moment niet mogelijk om nieuwe TTI te starten, mogelijk wel weer in de toekomst |
|---------------------|--|----------------------|--|---|--------------------|--|

Internationale regelingen

Tabel D geeft een overzicht van de internationale regelingen, die vanuit AgentschapNL opgepakt worden en die raakvlakken kunnen hebben met KWO & (evt.) Bosa en kunnen zorgen voor internationale uitwisseling van kennis en het promoten van samenwerking. Uit de tabel volgt dat ERA(CO)BUILD de enige regeling is die ook overheden als doelgroep heeft. De overige regelingen zijn gericht op bedrijven en kennisinstellingen.

Tabel 6 BVamil Internationale Regelingen bij AgentschapNL met mogelijke relatie met KWO & (evt.) Bosa

| Regeling | Beherend | Hoe stimulering? | Globale eisen | Codering/omschrijving | Voor wie? | Overige opmerkingen |
|---|---------------------------|--|------------------|--|---|---|
| ERA(CO)BUILD | Ministerie Nvt, nl, EU | Kennis en samenwerking | | toegang tot Europese kennisnetwerken op gebied van duurzaam bouwen en duurzaam beheer gebouwen | Bedrijven, kennisinstellingen en overheid | |
| Innovation Relay Centre Nederland (IRC) | EZ? | Advisering en samenwerking stimuleren | | Door middel van databank stimuleren van kennisoverdracht en implementatie van technologie in heel Europa | Bedrijven en kennisinstellingen | Uitwisseling door middel van databank |
| Internationaal Innoveren (Eureka) | EZ | Financiële ondersteuning en samenwerking stimuleren | | Stimuleren internationale samenwerking in marktgerichte R&D-programma's in alle branches | Bedrijven en kennisinstellingen | Indien nieuw product of proces met andere landen wordt ontwikkeld, dan mogelijkheid tot subsidie via Subsidieregeling Internationale Innovatieprojecten |
| Internationaal | Nvt, nl | Advisering en | Ontwikkeling van | Voor alle | Bedrijven en | Periode 2007-2013). |

| | | | | | | |
|---|--------------------|---|--|--|---------------------------------|--|
| Innoveren – Europese subsidies (EG-Liaison) | EU? | samenwerking stimuleren | nieuwe producten en diensten in samenwerking met buitenlandse partners | onderzoeksgebieden | kennisinstellingen | Kosteloze dienstverlening door SN omdat regels voor deelname vaak niet eenvoudig zijn. |
| Internationaal Innoveren - Eurostars | Nvt, nl Eureka, EU | Samenwerken en financiële ondersteuning | Hightech MKB (minimaal 10% van de omzet of menskracht wordt aan R&D besteed) en minimaal twee partijen uit verschillende EUROSTAR-landen | Partijen gezamenlijk aan een nieuw product, dienst of proces werken. | Bedrijven en kennisinstellingen | Project maximaal 3 jaar en binnen 2 jaar na afloop van het project wordt een marktintroductie voorzien |

Regelingen buiten AgentschapNL

De meeste regelingen vanuit AgentschapNL zijn gebaseerd op het behalen van een economische doelstelling. Dit bepaalt ook de insteek van de regelingen. Buiten SenterNovem zijn er ook regelingen, die de onderwerpen KWO & (evt.) Bosa kunnen stimuleren, bijvoorbeeld innovatieregelingen vanuit de maatschappelijke thema's (in bijzonder water en energie), maar ook de ECN en samenwerkingsverbanden van kennisinstellingen op het gebied van bodemsanering, zoals Deltares, kunnen interessant zijn om nader te onderzoeken of te betrekken bij de stimulering.

COLOFON

HANDLEIDING BOEG: BODEMENERGIE EN
GRONDWATERVERONTREINIGING

HET IJS GEBROKEN

OPDRACHTGEVER:

NEDERLANDSE VERENIGING VOOR ONDERGRONDSE ENERGIEOPSLAGSYSTEMEN
VERSIE 1

STATUS:

Vrijgegeven

AUTEUR:

R. Verburg

GECONTROLEERD DOOR:

H. Slenders

VRIJGEGEVEN DOOR:

R. Verburg

H. Slenders

6 april 2010
074598965:0.1

ARCADIS NEDERLAND BV
Utopialaan 40-48
Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Tel 073 6809 211
Fax 073 6144 606
www.arcadis.nl
Handelsregister
9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden veelevoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.

Bron foto voorzijde: <http://www.flickr.com/photos/wili/3956249209/>