

Aan
De Minister van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
Postbus 30945
2500 GX Den Haag

TCB S045(2009)

Den Haag, 6 oktober 2009

Betreft: aanbieding advies Duurzaam gebruik van de bodem voor warmte- koudeopslag

Mevrouw de Minister,

Ter voorbereiding van de kabinetsreactie op het rapport Groen licht voor bodemenergie van de Taskforce WKO heeft u advies gevraagd aan de Technische commissie bodem (TCB). U heeft de TCB gevraagd naar haar inzichten en ideeën omtrent het duurzaam gebruik van de bodem voor warmte- koudeopslag (WKO). U heeft daarbij specifieke vragen geformuleerd over de invulling van voorwaarden, de tijdelijk opslag van overtollige warmte in diepere bodemlagen en voorwaarden bij intensief gebruik van WKO binnen een gebied¹.

De commissie heeft in bijgaand advies² eerst haar ideeën en inzichten omtrent WKO verwerkt in een duurzaamheidsafweging zoals die eerder is voorgesteld in het preadvies Duurzaam gebruik van de ondergrond. Vervolgens worden de adviesvragen beantwoord. Een samenvatting van het advies vindt u in deze aanbiedingsbrief.

SAMENVATTING

Inzichten en ideeën

De TCB is van mening dat WKO niet dé oplossing is voor een duurzame energievoorziening maar een aanvulling is op reeds bestaande duurzame energiesystemen. Alle technieken samen kunnen een substantiëlere bijdrage leveren aan de energievoorziening. Een stimulering van duurzame energietechnieken in den brede past daarbij.

Het advies heeft vooral betrekking op open WKO-systemen. De TCB ziet gesloten systemen niet als duurzaam voor de bodem en stelt voor om de aanleg hiervan niet te stimuleren.

¹ Adviesaanvraag TCB over rapport Taskforce WKO, kenmerk LOK2009028629, 1 oktober 2009.

² Advies Duurzaam gebruik van de bodem voor WKO, TCB A050(2009).

Wanneer invulling wordt gegeven aan de in het advies genoemde aandachtspunten, kan WKO een relatief duurzaam gebruik van de bodem zijn. Essentieel hierbij is dat het rendement van de systemen verbetert en er steeds een afweging plaatsvindt tussen meerdere vormen van duurzame energiewinning.

Koude is de belangrijkste waarde van het grondwater voor WKO en moet behouden worden. De warmtevraag in de winter en de koudevraag in de zomer moeten met elkaar in balans zijn. Het niet terugwinnen van de opgeslagen warmte ziet de TCB als ongewenste warmtelozing.

Ingrepen in de bodem leiden in meer of mindere mate tot veranderingen in de bodem en het functioneren ervan. De TCB is van mening dat, wanneer er voor bijvoorbeeld WKO-systemen ingrepen in de bodem plaatsvinden, deze systemen goed moeten renderen. Het rendement lijkt verhoogd te kunnen worden door een beter ontwerp en beheer van het systeem.

Water van verschillende kwaliteiten mag niet met elkaar worden gemengd. Dit leidt mede tot verarming van de diversiteit in grondwaterkwaliteit met consequenties voor ecosystemen en de (toekomstige) gebruiksmogelijkheden. Belangrijke kwaliteiten waar rekening mee gehouden moet worden, zijn de antropogeen veroorzaakte verontreinigingen, chloridegradiënten, redoxgradiënten en pH- en hardheidgradiënten.

De TCB vindt het vanuit het voorzorgsprincipe aan te bevelen om vooralsnog geen systemen aan te leggen in grondwaterbeschermingsgebieden. Het idee van WKO in combinatie met grondwater-sanering verdient een gedegen wetenschappelijke onderbouwing, die nu nog ontbreekt.

Beantwoording van de vragen

Randvoorwaarden voor WKO

Het door de Taskforce geadviseerde verkeerslichtenmodel lijkt een geschikt instrument om de landelijke voorwaarden te differentiëren naar regionale grondwatereenheden. De TCB stelt voor om het model, dat nu is ingedeeld volgens ruimtelijke ordeningskenmerken, aan te vullen met aanwezigheid van grondwaterverontreinigingen, drinkwaterwinningen en stratificatie in grondwaterkwaliteit. Bij de landelijke voorwaarden horen volgens de TCB ook algemene regels voor monitoring.

Op basis van de huidige inzichten over de invloed van de temperatuur van grondwater op microbiële en geochemische processen adviseert de TCB om voor de temperatuur van het retourwater uit te gaan van maximaal 25 °C. In bepaalde situaties kan tijdelijk een hogere temperatuur worden geaccepteerd, met een plafondwaarde van 30 °C, onder voorwaarde dat deze hogere temperatuur ook samengaat met een hoger rendement.

Om de koude van het grondwater te behouden, moet alle warmte die in het grondwater is opgeslagen worden teruggewonnen. De warmtevraag in de winter zou om die reden sturend moeten zijn voor de grootte van de WKO-installatie, zodat er tijdens het koelen in de zomer, niet meer warmte wordt opgeslagen dan dat er in de winter wordt teruggewonnen. Overige onderwerpen die de TCB in het advies bespreekt zijn schade, interferentie en kwaliteitsborging.

Warmteopslag

De TCB maakt onderscheid tussen warmteopslag en WKO. Ook bij warmteopslag moet de relatieve koude in de bodem behouden blijven. Voor een inhoudelijk antwoord op deze vraag mist de commissie nadere informatie.

Intensief gebruik

Met de huidige groei van WKO-systemen is het belang van kennis over een intensief gebruik van de bodem binnen een gebied actueler geworden. De effecten van alle toegepaste systemen in een gebied dienen binnen vooraf gestelde grenzen te blijven. 'Wie het eerst komt, het eerst pompt' blijft gelden binnen de gestelde grenzen.

Ordering van de ondergrond waaronder ook de ordering van WKO-systemen is een onlosmakelijk onderdeel van duurzaam gebruik van de ondergrond. In dat verband vraagt de TCB aandacht voor de geldigheidsduur van de vergunningen.

De commissie verneemt graag van u, hoe u omgaat met het gestelde in dit advies en wil kennis nemen van de kabinetsreactie, die u te zijner tijd opstelt.

Met de meeste hoogachting,
de voorzitter van de
Technische commissie bodem,

Het origineel van dit advies is gestuurd aan de verantwoordelijke bewindspersoon/personen.
--

Mw. Ali Edelenbosch

ADVIES DUURZAAM GEBRUIK
VAN DE BODEM VOOR WKO

ADVIES DUURZAAM GEBRUIK VAN DE BODEM VOOR WKO

Dit advies is vastgesteld op de vergadering van 2 september 2009.

Namens de commissie,

De algemeen secretaris,

De voorzitter,

Mevr. dr. Joke van Wensem

Mevr. Ali Edelenbosch

TCB A050(2009)

DEN HAAG
september 2009

Technische commissie bodem, Postbus 30947, 2500 GX Den Haag
telefoon 070 3393034; fax 070 3391342; e-mail info@tcbodem.nl

Meerdere exemplaren van dit advies zijn verkrijgbaar op de website www.tcbodem.nl

INHOUD

1. INLEIDING	1
2. WARMTE- EN KOUDESYSTEMEN	3
3. DUURZAAMHEIDSAFWEGING WKO	7
De bodem	7
Bovengronds gebruik	14
Ondergronds gebruik	16
Toekomstige gebruikswaarde	18
4. BEANTWOORDEN VAN DE VRAGEN	21
5. TEN SLOTTE	29
6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	31
BIJLAGE 1: ADVIESAANVRAAG	

1 INLEIDING

Tijdens de Bestuurdersconferentie Bodem van 21 mei 2008 heeft de Minister van VROM opdracht gegeven tot het instellen van een Taskforce WKO. De Taskforce had als opdracht maatregelen te benoemen waarmee de toepassing van warmte- koudeopslag (WKO) op korte termijn kon worden bevorderd. Daarbij kreeg de Taskforce WKO de opdracht om noodzakelijke randvoorwaarden te benoemen voor de duurzame toepassing van WKO, waaronder voorwaarden voor een duurzame toepassing voor de bodem.

De Taskforce WKO heeft op 23 maart 2009 advies uitgebracht met het rapport Groen licht voor bodemenergie. Het kabinet zal met een reactie op het rapport van de Taskforce WKO komen, waarin zij aangeeft hoe het Rijk met de voorgestelde acties om zal gaan. Ter voorbereiding op deze kabinetsreactie heeft de Minister van VROM advies¹ gevraagd aan de Technische commissie bodem (TCB).

ADVIESAANVRAAG

De Minister van VROM heeft de TCB gevraagd naar haar inzichten en ideeën omtrent het duurzaam gebruik van de bodem voor warmte- koudeopslag (WKO). Daarbij zijn specifieke vragen geformuleerd over de invulling van randvoorwaarden, de tijdelijke opslag van overtollige warmte in diepere bodemlagen en voorwaarden bij intensief gebruik van WKO binnen een gebied. Voor de beantwoording van deze vragen heeft de TCB onderhavig advies opgesteld. Een samenvatting van de bevindingen van de TCB is opgenomen in de aanbiedingsbrief S45(2009).

LEESWIJZER

Dit advies begint met een korte schets van verschillende vormen van warmte- en koudesystemen die gebruik maken van de bodem, waaronder WKO. De TCB geeft aan op welke systemen het advies vooral betrekking heeft. In hoofdstuk 3 is aangegeven hoe de TCB de duurzaamheid van WKO beoordeelt aan de hand van de invalshoeken zoals die in het preadvies Duurzaam gebruik van de ondergrond² zijn gegeven. In hoofdstuk 4 worden de vragen van de minister beantwoord. Tot slot geeft de commissie in hoofdstuk 5 een korte beschouwing op de toepassing van WKO-systemen en bevat hoofdstuk 6 de conclusies en aanbevelingen.

¹ Adviesaanvraag TCB over rapport Taskforce WKO, kenmerk LOK2009028629, 1 oktober 2009, zie bijlage 1.

² Preadvies Duurzaam gebruik van de ondergrond. TCB A043(2008).

2 WARMTE- EN KOUDESISTEMEN

INLEIDING

Dit hoofdstuk beschrijft enkele bodemenergiesystemen waarbij koude en/of warmte wordt benut. Voor de duurzaamheid van het gebruik van de bodem is het onderscheid tussen open en gesloten systemen het meest relevant.

OPEN SYSTEMEN

Bij open systemen wordt grondwater onttrokken³ aan de ondergrond en op een nabijgelegen locatie weer teruggebracht in hetzelfde of een ander watervoerend pakket. Open systemen kwamen aanvankelijk vooral voor in de vorm van koelsystemen. Koelsystemen maken gebruik van de hoge soortelijke warmte⁴ van water. Nadat het opgepompte grondwater warmte heeft opgenomen, wordt het grondwater teruggebracht in de bodem. Naast de koelsystemen wordt gebruik gemaakt van recirculatiesystemen. Recirculatiesystemen voorzien in een warmtevraag. Deze systemen onttrekken warmte aan het grondwater waarna het enigszins afgekoelde grondwater weer in hetzelfde watervoerende pakket wordt geïnfiltreerd in de bodem, enkele tientallen meters tegen de richting van de grondwaterstroming in.

Warmte- KoudeOpslag

Open systemen die worden aangeduid als WKO-systemen maken gebruik van zowel de hoge soortelijke warmte van grondwater als van de isolerende werking van de bodem (de kleine warmtegeleidingcoëfficiënt van grond). Een WKO-systeem werkt in de zomer als een koelsysteem en voorziet 's winters in warmte. In de zomer wordt grondwater opgepompt uit de zogenoemde koudebron. De koude van het grondwater wordt rechtstreeks benut om gebouwen te koelen. Het grondwater neemt daarbij warmte op. Het opgewarmde grondwater wordt teruggepompt in de bodem in de zogenoemde warmtebron. In de winter wordt het grondwater uit deze bron opgepompt om de opgeslagen warmte terug te winnen. De warmte wordt teruggewonnen via een warmtewisselaar in combinatie met een warmtepomp. Het grondwater koelt daarbij af en wordt teruggepompt in de koudebron in de bodem.

De huidige WKO-systemen bestaan dus uit twee bronnen (een doublet), waar respectievelijk koud grondwater uit wordt onttrokken en opgewarmd grondwater (tot circa 25 °C) in wordt geïnfiltreerd. Na ongeveer een half jaar wordt de circulatierichting omgedraaid. De bronnen kunnen op enige afstand naast elkaar in hetzelfde watervoerende pakket gelegen zijn of onder

³ De discussie of het grondwater onttrokken wordt of niet, lijkt beslecht met de uitspraak van de rechtbank Zwolle 13-03-2009, Awb 08/1155. Het verplaatsen van grondwater uit de eigen natuurlijke omgeving wordt als onttrekking gezien. Volgens de rechtbank heeft de omstandigheid dat het grondwater nooit boven maaiveld komt daarbij geen doorslaggevend belang.

⁴ De soortelijke warmte van een stof is de warmte die nodig is om 1 kg van die stof, 1°C in temperatuur te doen stijgen.

elkaar in verschillende watervoerende pakketten. De diepte van de bronnen varieert van 20 tot 300 meter onder maaiveld. In Nederland zijn nu enkele honderden open WKO-systemen in bedrijf in voornamelijk de utiliteitsbouw. Tenzij anders staat aangegeven wordt in het advies vooral ingegaan op deze categorie WKO-systemen.

Warmteopslag

Er zijn diverse toepassingen van open systemen waarbij voorzien wordt in de behoefte van warmteopslag in de bodem. Deze behoefte speelt bijvoorbeeld in de glastuinbouw en de aquacultuur. Een warmteoverschot in de zomer kan bewaard worden in het grondwater in de bodem om in de winter te worden gebruikt. Om te voorkomen dat het opgeslagen warme water wegstroomt door de natuurlijke grondwaterstroming, kan in de ideale situatie gebruik worden gemaakt van een warmte-infiltratiebron en een in de richting van de grondwaterstroming verderop gelegen warmteonttrekkingsput⁵. De afstand tussen de bron en put is afhankelijk van de grondwaterstromingssnelheid en bedraagt ongeveer de afgelegde afstand van het grondwater in een half jaar.

Bij warmteopslag speelt de warmtebehoefte een leidende rol en de bodem dient als opslagmedium. Er is dan ook een vraag naar opslag met hogere temperaturen (40 °C tot 90 °C). Omdat hier alleen sprake is van warmteopslag ziet de TCB deze techniek niet als WKO. Tenzij nadrukkelijk aangegeven, heeft dit advies geen betrekking op deze vorm van warmteopslag.

Geothermie

Geothermie is de winning van warmte uit formatiewater⁶ dat zich in Nederland op grotere diepte bevindt (dieper dan 1500 m). Het formatiewater wordt aangeboord, opgepompt en op een andere locatie weer op gelijke diepte teruggepompt. Niet alleen de veel grotere diepte waarop wordt gewerkt, maar juist ook het feit dat alleen warmte wordt gewonnen, maakt geothermie een andere techniek dan WKO. Om die reden wordt geothermie in dit advies niet besproken.

GESLOTEN SYSTEMEN

In tegenstelling tot open systemen vindt er bij een gesloten systeem geen uitwisseling van grondwater in de bodem plaats. Gesloten WKO-systemen bestaan uit een buisleiding die in verticale lussen in een boorgat wordt geplaatst. Deze lussen zijn onderling verbonden door horizontale grondleidingen, die zich in de bovenste meter van de bodem bevinden. Door dit stelsel van buisleidingen wordt een vloeistof gepompt (veelal water met glycol of zouten) die de temperatuur aanneemt van de omliggende bodem. De verticale lussen kunnen tot een diepte reiken van enkele tientallen tot meer dan honderd meter. De temperatuur van de bodem is op dit traject circa 10 °C à 12 °C. Dit betekent dat de bodem relatief⁷ koel is in de zomer en relatief warm in de winter. Deze relatieve koelte of warmte wordt door middel van warmtewisselaars en een

⁵ Ontwerp van een testfaciliteit voor warmteopslag bij TNO in Delft.

⁶ Formatiewater is water dat ingesloten is geraakt bij de vorming van geologische pakketten en dat niet deelneemt aan de hydrologische kringloop.

⁷ Ten opzichte van de gewenste binnentemperatuur van de ruimte waarin het systeem wordt toegepast.

warmtepomp direct benut in bijvoorbeeld woningen of stallen. Er zijn duizenden gesloten WKO-systemen in bedrijf. Daar waar het advies betrekking heeft op gesloten systemen wordt dit expliciet vermeld.

OVERIGE

De beschreven systemen kennen veel varianten en tussenvormen. Zo kan het project Heerlen Mijnwater⁸ gezien worden als een open systeem dat kenmerken heeft van geothermie doordat er aardwarmte uit water wordt gewonnen op een grotere diepte dan gebruikelijk bij WKO. Ook is er bijvoorbeeld een gesloten systeem dat ondiep (circa 4,5 m-mv) en vooral horizontaal in de bodem wordt aangebracht dat gebruikt wordt voor de temperatuursregulering van stallen⁹. De TCB gaat niet in op deze en andere varianten van bodemenergie. De TCB richt zich vooral op de open WKO-systemen, zoals ook de Taskforce WKO in haar rapport en de minister in haar adviesvragen doet.

⁸ http://www.senternovem.nl/gemeenten/praktijkvoorbeelden/heerlen_mijnwaterproject_pilot.asp.

⁹ Hove, G. ten, 2006. In zomer én winter prima temperatuur, Boerderij, 91(2006)31, blz. 22-23.

3 DUURZAAMHEIDSAFWEGING WKO

INLEIDING

De TCB heeft in het preadvies Duurzaam gebruik van de ondergrond¹⁰ duurzaamheid beoordeeld vanuit de optiek van bescherming van de bodem zoals die is neergelegd in de Wet bodembescherming¹¹. Tevens houdt de TCB in genoemd advies rekening met de eindigheid van voorraden goederen en de variatie in de voorraad diensten van de ondergrond in ruimte en tijd. De TCB gaat in haar overwegingen alleen in op 'ongewenste' vermindering vanuit het idee dat gebruik van de ondergrond vaak tot vermindering van een voorraad zal leiden. In de optiek van de TCB is niet iedere vermindering ongewenst. De centrale vraag die de TCB in het preadvies stelt, is:

Vindt er een verandering plaats in de ondergrond die een ongewenste vermindering of bedreiging betekent van de goederen en diensten die de ondergrond biedt aan mens, plant of dier?

Bij de beoordeling van duurzaamheid komt daarmee het zwaartepunt te liggen op het behoud van de functionaliteit van de ondergrond.

Daarnaast wordt in het preadvies aangegeven dat een duurzaamheidsafweging een brede afweging is waarin de belangen van bescherming van verschillende milieucompartimenten (*planet*) afgewogen worden tegen elkaar en tegen de belangen van *people* en *profit*. De TCB vraagt in het preadvies aandacht voor afwegingen waarin de belangen voor de ondergrond worden meegenomen. Deze afwegingen zijn vanuit vier invalshoeken gegeven:

1. De bodem¹²,
2. Bovengronds gebruik,
3. Ondergronds gebruik, en de
4. Toekomstige gebruikswaarde.

Het opslaan van warmte en koude is één van de diensten die de ondergrond biedt. Om een uitspraak te kunnen doen over de duurzaamheid van een WKO-systeem voor de bodem worden in dit hoofdstuk de bovengenoemde vier invalshoeken besproken.

1. DE BODEM

Vanuit de invalshoek bodem wordt afgewogen of het gebruik van de ondergrond van zichzelf duurzaam is voor de bodem. Er wordt gekeken of de verwachte veranderingen in de bodem zodanig zullen zijn dat deze leiden tot ongewenste vermindering of bedreiging van de goederen en diensten die de ondergrond biedt. Veranderingen veroorzaakt door open systemen die van invloed kunnen zijn op de functionaliteit van de ondergrond zijn veranderingen in temperatuur en

¹⁰ Preadvies Duurzaam gebruik van de ondergrond. TCB A043(2008).

¹¹ Uit artikel 1 van de Wet bodembescherming volgt dat bescherming van de bodem is: het voorkomen, beperken of ongedaan maken van veranderingen van hoedanigheden van de bodem, die een vermindering of bedreiging betekenen van de functionele eigenschappen die de bodem voor mens, plant of dier heeft.

¹² Bodem zoals bedoeld in de Wet bodembescherming.

bufferend vermogen. De mate waarin deze veranderingen voorkomen is mede afhankelijk van de schaal waarop WKO wordt toegepast. Of deze veranderingen als ongewenst worden beoordeeld hangt enerzijds af van de mate waarin de verandering optreedt en moet volgens de commissie anderzijds worden afgewogen tegen het behaalde rendement. De mogelijke veranderingen in de bodem, de schaal van toepassing en het rendement van gebruik worden uitgewerkt.

Temperatuursveranderingen in de bodem

De Nederlandse bodem en het daarin voorkomende grondwater hebben op de diepte waar gebruik wordt gemaakt van WKO, een temperatuur van 10 °C à 12 °C. Deze relatieve koude kan direct gebruikt worden voor de koeling van ventilatielucht of doorgegeven worden aan secundaire koelsystemen.

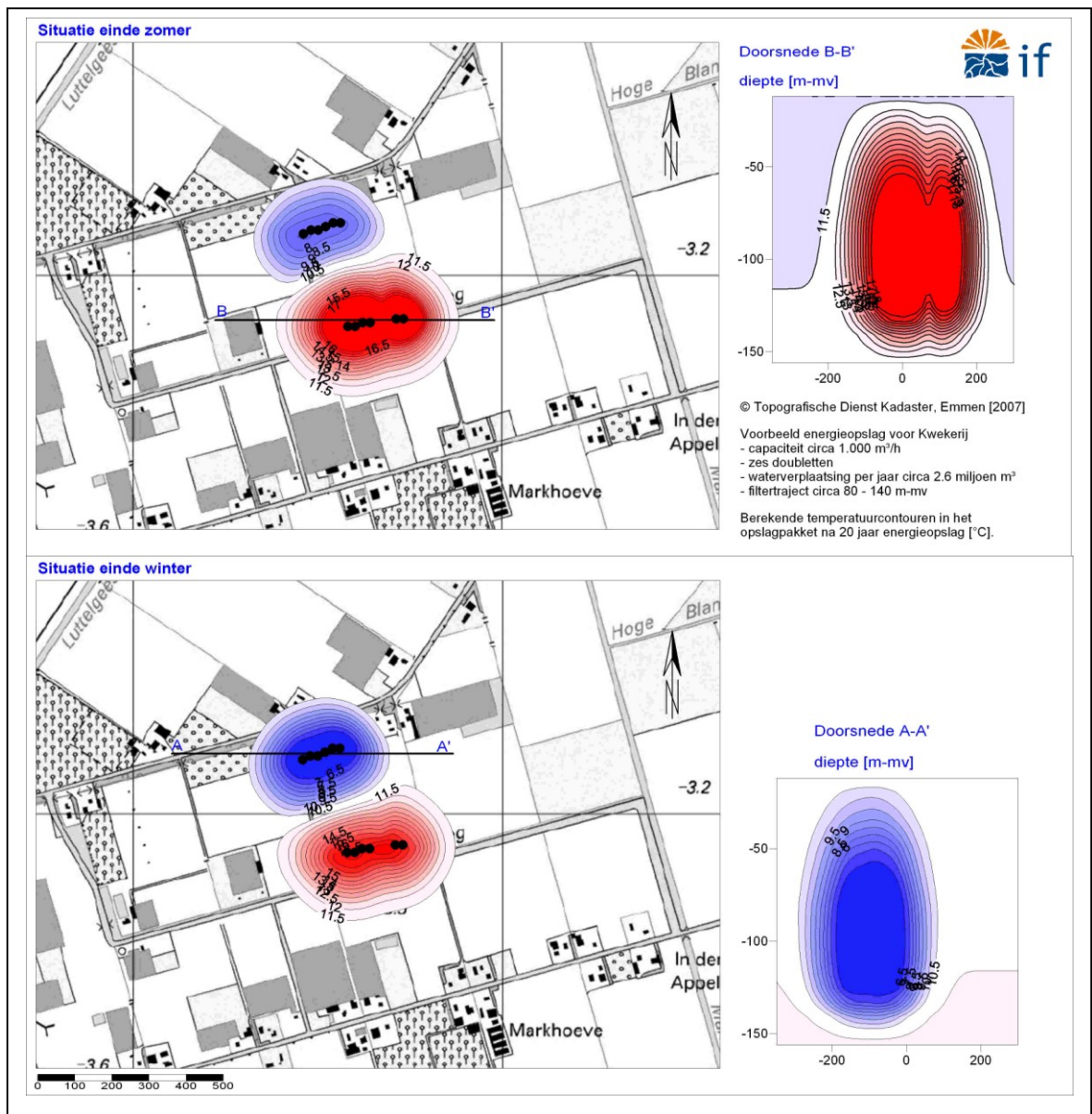
De relatief lage temperatuur van het grondwater is de drager van een WKO-systeem. Voor de grote en toenemende vraag naar koeling is het relatief koude grondwater van grote waarde, ook omdat er weinig andere duurzame alternatieven voor koeling voorhanden zijn. De TCB ziet de relatief lage temperatuur als de basis die behouden moet blijven om WKO als duurzame energiebron te kunnen blijven benutten¹³.

In de utiliteitsbouw is de grootte van de koudevraag maatgevend bij het ontwerp van de WKO-installaties. Hierdoor wordt veelal meer warmte opgeslagen in de zomer dan er gebruikt wordt in de winter. Wanneer deze warmte niet wordt teruggewonnen stijgt geleidelijk de temperatuur van het grondwater waardoor het grondwater steeds minder efficiënt gebruikt kan worden voor koeling. Het niet terugwinnen van de opgeslagen warmte ziet de TCB als ongewenste warmtelozing.

In de praktijk is de temperatuur van het retourwater naar de koudebron minimaal 6 °C. De temperatuur van het retourwater naar de warmtebron is maximaal 25 °C. Het retourwater mengt zich met het aanwezige grondwater waardoor de gemiddelde temperatuur van het (door het retourwater beïnvloede) grondwater in de koudebel hoger dan 6 °C, en in de warmtebel lager dan 25 °C zal zijn. Zie voor de temperatuursontwikkeling in de koude- en warmtebel, figuur 1 op de volgende pagina. Bij het ontwerp van een WKO-systeem wordt dan ook uitgegaan van een temperatuur van het grondwater in de koudebel van 8 °C à 10 °C en een temperatuur van het grondwater in de warmtebel van gemiddeld 16 °C à 18 °C. Ten opzichte van de in Nederland heersende bodemtemperatuur (10 °C à 12 °C) is deze temperatuursverandering niet zodanig dat de TCB veranderingen verwacht in de andere diensten die de bodem biedt aan mens, plant en dier.

De TCB ziet, om bovengenoemde redenen, geen problemen voor de bodem bij de huidige temperatuursgrenzen van het retourwater.

¹³ Binnen Brabant Water, dat zowel drinkwatermaatschappij is als beheerder van WKO-installaties, wordt nadrukkelijk alleen gesproken over Koude- WarmteOpslag-installaties. Door 'Koude' voorop te zetten wil het bedrijf benadrukken dat koude de drager is van het systeem en warmte (tijdelijk) wordt opgeslagen.



Figuur 1. Temperatuurcontouren in de warmtebel aan het einde van de zomerperiode en in de koudebel aan het einde van de winterperiode na 20 jaar energieopslag.

De maximale temperatuur van het retourwater bepaalt mede hoe hoog het rendement is dat met de WKO-installatie kan worden behaald. Tevens is er een grote afhankelijkheid van het seizoen en de extremen daarin. Om die reden is het in de praktijk wenselijk dat er een zekere marge is voor de temperatuur van het retourwater waarvan bij extreme hitte gebruik kan worden gemaakt. TCB ziet voor deze marge een ordegrootte van enkele graden. Hierop wordt nader ingegaan bij de beantwoording van de vragen in hoofdstuk 4.

Het biogeochemisch bufferend vermogen van de bodem

Bufferend vermogen is een begrip dat breed wordt gehanteerd. Een grondwatersysteem (bodem en grondwater) heeft tot op zekere hoogte het vermogen om invloeden van buitenaf op te vangen

zonder dat de belangrijkste karakteristieken van het grondwatersysteem zelf veranderen. Dit bufferende vermogen heeft een grondwatersysteem zowel fysisch, voor bijvoorbeeld drukveranderingen, als chemisch voor bijvoorbeeld de binding van stoffen zoals fosfaat. In dit advies gaat het om het biogeochemisch¹⁴ bufferend vermogen dat als dienst van de ondergrond bijdraagt aan het schoner maken van grondwater.

Algemeen

De biogeochemische buffering is het grootst in meer reactieve bodems met voldoende beschikbaar organische stof en minerale delen als ijzersulfiden en kalk. Vanaf het punt van infiltratie verandert het grondwater van samenstelling. Naarmate water dieper door een reactieve bodem heen sijpelt, worden er meer en verschillende verontreinigende stoffen aan de bodem gebonden. Eveneens kunnen mineralen in oplossing gaan en mogelijk secundaire mineralen vormen (ze verweren). Onder de Nederlandse condities wordt het grondwater pH-neutraler en zuurstofloos. Biogeochemisch bufferend vermogen heeft met name invloed op inkomende verontreinigende stoffen die uit het grondwater gebonden worden aan de bodem. De TCB hecht aan het behoud van dit bufferend vermogen van de bodem voor de opvang van verontreinigende stoffen en de bescherming van de kwaliteit van het grondwater.

Involed van WKO op bufferend vermogen

Bedacht moet worden dat er bij WKO in principe geen inbreng¹⁵ van stoffen van buiten in het grondwater plaatsvindt. Verwachte effecten van WKO op het biogeochemisch bufferend vermogen worden veroorzaakt door menging van verschillende kwaliteiten grondwater of door temperatuursveranderingen.

Menging van verschillende kwaliteiten grondwater

Vooraf in bodems met een groot bufferend vermogen zijn voor verschillende stoffen sterke concentratiegradiënten in het grondwater meetbaar. Dit wordt ook wel stratificatie van het grondwater genoemd. Sommige WKO-systemen hebben bronnen met een filterlengte die nagenoeg het hele watervoerende pakket beslaan. De natuurlijke concentratiegradiënten in bodem en grondwater worden door de grote lengte van de filters genivelleerd. Hierdoor verandert de kwaliteit van het grondwater en wordt er bufferend vermogen verbruikt.

Wanneer er gesproken wordt over menging van verschillende kwaliteiten grondwater gaat het, naast antropogeen veroorzaakte verontreinigingen om menging van chloridegradiënten (zoet-zout menging), redoxgradiënten of pH- en hardheidgradiënten.

¹⁴ Met biogeochemie wordt hier bedoeld de wetenschap die zich bezighoudt met chemische reacties in de geosfeer, die al dan niet biologisch gekatalyseerd zijn.

¹⁵ Hierop zijn enkele uitzonderingen te noemen. Bij een open WKO-systeem in combinatie met sanering kunnen stoffen worden toegevoegd aan het te injecteren water die een vlotter verloop van de sanering beogen. Tevens is het niet ongebruikelijk om verstopte filters chemisch te reinigen. Na een chemische reiniging wordt er een ruime hoeveelheid grondwater opgepompt en gespuid teneinde alle ingebrachte stoffen direct weer uit het grondwaterlichaam te verwijderen. Tevens kan als gevolg van een incident de inhoud van een gesloten systeem (water met glycol of zouten) in het grondwater terecht komen.

- chloridegradiënten

De menging van zoet met brak of zout grondwater is niet duurzaam als het zoete water zouter wordt. Maar ook het verzoeten van gebiedseigen brak water kan in kwelgebieden ongewenste gevolgen hebben voor de hierbij behorende vegetatie.

- redoxgradiënten

In de praktijk wordt voorkomen dat ondiep nitraathoudend en dieper ijzerhoudend grondwater gemengd wordt. Menging over deze redoxgradiënt kan namelijk tot putverstopping leiden en is technisch ongewenst.

- pH- en hardheidgradiënten.

Menging over pH- en hardheidgradiënten is alleen te verwachten in ondiepe aquifers zoals die voorkomen in de Pleistocene zandgebieden in Noord-, Oost- en Zuid-Nederland. Menging van grondwater met verschillende hardheden kan leiden tot het neerslaan of oplossen van kalk. Een hogere temperatuur heeft hierop een versterkend effect. Aangezien kalkneerslag het risico van putverstopping verhoogt wordt ook dit in de praktijk voorkomen door aanpassing van het ontwerp of intensiever onderhoud.

De TCB vindt dat er in het ontwerp van WKO-systemen rekening gehouden moet worden met de bufferfunctie van de bodem door brondiepte en filterlengtes aan te passen en menging van grondwater van verschillende kwaliteiten moet worden voorkomen.

WKO en grondwatersanering

Een specifiek aandachtspunt met betrekking tot de kwaliteit van het grondwater en het bufferend vermogen is de combinatie van WKO en grondwatersanering. Bij licht verontreinigd of diffuus verontreinigd grondwater in het stedelijk gebied kan deze combinatie in principe nuttig zijn. De kans bestaat echter dat een WKO bijdraagt aan de verdere verspreiding van de verontreiniging. In de derde stap van de afweging (WKO afwegen tegen ander ondergronds gebruik) wordt hier verder op ingegaan.

Temperatuursveranderingen

Uit onderzoek¹⁶ is gebleken dat organisch bodemmateriaal verweert door microbiële afbraak (mineralisatie) bij temperaturen onder de 25 °C. Bij temperaturen boven de 25 °C versnelt de microbiële afbraak. De chemische oxidatie versnelt eveneens en mogelijk zelfs meer dan de microbiële afbraak. Bij temperaturen boven de 45 °C is de mobilisatie van de organisch koolstof groot waardoor onder meer het opgelost organisch koolstof (DOC) en chemisch zuurstof gebruik (COD) in het grondwater toeneemt. Het organisch bodemmateriaal als sorbent voor organische microverontreinigingen of sporenelement verdwijnt hierdoor¹⁷. Het bufferend vermogen voor verontreinigende stoffen neemt hierdoor af. Wanneer de maximale retourtemperatuur op 25 °C wordt gehandhaafd verwacht de TCB in de praktijk geen negatieve invloed op de bufferende werking.

¹⁶ Brons. *et al.*, 1991. (Bio)geochemical reactions in aquifer material from a thermal energy storage site, *Water research*, 25 p. 729-736.

¹⁷ Waarbij opgemerkt wordt dat er geen goed inzicht bestaat tussen de mineraliseerbaarheid van organisch materiaal en de sorptie-eigenschappen van organisch bodemmateriaal.

Schaal waarop WKO wordt toegepast

De invloed van een doorsnee WKO-installatie op de ondergrond is gering. Een grote dichtheid van WKO-systemen in een gebied kan wel invloed hebben op functionele eigenschappen van de bodem door versterkte veranderingen van temperatuur, stijghoogte en kwaliteit van het grondwater. De TCB vindt het belangrijk dat de schaal en intensiteit van een gebruik wordt meegenomen in de duurzaamheidsafweging vanuit de invalshoek bodem.

Nederland telde in 2008 naar schatting¹⁸ 18.000 gesloten systemen met een jaarlijkse groei van 5.000¹⁹. Gesloten systemen worden meestal toegepast voor individuele gebouwen. Het vermogen van een doorsnee gesloten systeem is circa 20 keer kleiner dan dat van een doorsnee open WKO-systeem. In 2008 waren er ruwweg 1000 open WKO-systemen en de jaarlijkse groei is circa 150. De verwachting is gerechtvaardigd dat de toepassing van deze systemen de komende jaren significant zal groeien.

In de CBS-publicatie Duurzame energie in Nederland 2007²⁰ staat vermeld dat er in dat jaar 575 vergunde open WKO-systemen waren met een gezamenlijk potentieel aan thermisch vermogen van 648 MW. Veruit de meeste open systemen bevinden zich in de provincies Zuid-Holland, Noord-Holland, Noord-Brabant en Gelderland (totaal 424 stuks)²¹. Dat de meeste systemen in deze provincies liggen laat zich verklaren door de gunstige bodemomstandigheden in combinatie met concentraties van utiliteitsbouw.

Op basis van de in vergunningen opgenomen debieten en het vermogen van de WKO-installaties volgt uit de gegevens van het CBS dat er in 2007 een gebruiksclaim op het grondwater lag van 210 miljoen m³ per jaar voor open WKO-systemen. In tabel 1 zijn de geschatte hoeveelheden grondwater opgenomen die in 2007 voor verschillende doelen zijn gebruikt. Bij deze vormen van gebruik is er sprake van onttrekking. Alhoewel het bij WKO niet gaat om een onttrekking, is het gebruik van grondwater door WKO een factor geworden waar rekening mee gehouden moet worden.

Tabel 1. Ander gebruik van grondwater in 2006²²

Gebruik van grondwater voor:	Hoeveelheid (miljoen m ³ per jaar)
Drinkwater	777
Land- en tuinbouw	91
Chemische productenindustrie	78
Voedings- en genotmiddelenindustrie	52
Papierindustrie	22
Overige	40
Totaal	1060

¹⁸ Doordat er geen registratieplicht bestaat voor gesloten systemen wordt gebruik gemaakt van schattingen. Deze schattingen kunnen uiteenlopen. Zie ook de schattingen uit CBS-publicatie Duurzame energie in Nederland, die op pagina 14 worden genoemd.

¹⁹ De Bosatlas van ondergronds Nederland, Noordhoff atlasproducties, 2009.

²⁰ Duurzame energie in Nederland 2007, CBS, 2008.

²¹ Algemene regels koude-/warmteopslag, visiedocument van de NVOE, juli 2008.

²² Milieurekeningen 2007, CBS, 2008.

Rendement van het gebruik

De TCB heeft zich in het Advies inzake concept beleidsaanbevelingen project 'Bodem als Energiebron en -buffer'²³ op basis van de kennis van toen, op het standpunt gesteld dat zij in beginsel achter de toepassing van WKO staat, aangezien de TCB de positieve effecten op de klimaatbeheersing het meest zwaarwegend vindt.

Steeds vaker hoort de TCB geluiden dat de energetische opbrengst tegenvalt en daarmee de beloofde reductie in CO₂-uitstoot niet wordt behaald. Door zowel provincies, beheerders als adviesbureaus²⁴ wordt beaamd dat het rendement van de WKO-systemen vele malen beter kan zijn dan nu wordt bereikt.

Het rendement van systemen wordt enerzijds bepaald door het beheer van de voorraden (warmte- en koudebel) en anderzijds door de efficiëntie waarmee de bovengrondse installatie de geleverde warmte of koude weet te benutten. De gewenste verbetering moet gezocht worden in zowel het beter beheer van de warmte- en koudebellen in de bodem als in het ontwerp en beheer van de bovengrondse installatie.

Het beheer van de warmte- en koudebel hangt onder meer af van de grondwaterstroming en van de mate waarin een temperatuurbalans tussen die bellen wordt bereikt. Voorkomen moet worden dat de opgeslagen warmte en koude al is weggestroomd wanneer het volgend halfjaar begonnen wordt met het oppompen. Deze kans is groter naarmate de warmte- of koudebel een geringere straal heeft ten opzichte van de grondwaterstromingssnelheid. Tevens moet er rekening gehouden worden met de grondwaterstroming in het ontwerp van de installatie. Voor het beheer van de warmtebel kan gekozen worden voor een warmte-infiltratiebron en een warmteonttrekkingsput (zie hoofdstuk 1 bij warmteopslag).

De efficiëntie van de bovengrondse installatie bepaalt de mate waarin warmte kan worden onttrokken dan wel toegevoegd aan het verpompte grondwater. Dit systeem bepaalt dus ook in grote mate het temperatuursverschil tussen de koude- en warmtebel. Hoe groter dit temperatuursverschil des te groter het rendement van de WKO-installatie. Uit eerder onderzoek van IF Technology²⁵ bleek dat het gemiddelde temperatuursverschil tussen het water dat aan de koude- en warmtebel wordt onttrokken, slechts 3 graden bedroeg. Recenter onderzoek²⁶ laat zien dat het gemiddelde temperatuursverschil tussen de bronnen in de afgelopen jaren verhoogd is tot 4,3 graden. De systemen zijn ontworpen op een temperatuursverschil van 8 graden. Alhoewel er dus sprake is van een lichte verbetering zal er in de praktijk meer grondwater verpompt worden dan oorspronkelijk voorzien, om de gevraagde hoeveelheid warmte of koude te leveren.

²³ Advies inzake concept beleidsaanbevelingen project 'Bodem als Energiebron en -buffer'. TCB S13(2004).

²⁴ Quick scan vergunningverlening bodemenergiesystemen, rapport 08_030 R004 in opdracht van SenterNovem/Bodem+, februari 2009 en mondelinge mededeling Brabant Water en If Technology.

²⁵ Koude/warmteopslag in de praktijk. Meetgegevens van 67 projecten. IF Technology bv in opdracht van SenterNovem. 2007.

²⁶ Besparingskennallen koude- en warmteopslag. Herziening factsheet koude- en warmteopslag 2009. (conceptversie) IF Technology in opdracht van SenterNovem. 2009.

Ingrepen in de bodem leiden in meer of mindere mate tot veranderingen in de bodem en het functioneren ervan. Of deze veranderingen ongewenst zijn hangt onder andere af van het doel van de ingreep en het behaalde rendement.

De TCB is van mening dat wanneer er ingrepen zoals WKO in de bodem plaatsvinden, deze goed moeten renderen.

GESLOTEN SYSTEMEN

In de CBS-publicatie Duurzame energie in Nederland 2007²⁰ wordt geschat dat er in Nederland ruim 22.600 gesloten systemen zijn met een totale lengte van 1451 km aan bodemlussen. Deze installaties hebben gezamenlijk een thermisch vermogen dat geschat wordt op 36 MW.

Het grote aantal boringen in de bodem dat voor de gesloten systemen is uitgevoerd die door afsluitende kleilagen heengaan vindt de TCB een punt van zorg, evenals de potentiële bedreiging van de kwaliteit van het grondwater door glycol als er lekkage in een systeem optreedt. Vooralsnog is het onduidelijk hoe de bodem hersteld kan worden nadat een systeem uit gebruik is genomen. Dit afwegend tegen de geringe opbrengst, kan de TCB de gesloten systemen niet als duurzaam voor de bodem zien.

De TCB stelt voor om de aanleg van nieuw aan te leggen gesloten systeem niet te stimuleren en zelfs aan banden te leggen door eisen te stellen aan de installaties en aan locatie, dieptes en maximaal aantal doorboringen. Tevens zal voor deze installaties adequate beheer en nazorg georganiseerd moeten worden, waarvoor nu al de middelen moeten worden gereserveerd in de vorm van een 'verwijderingsbijdrage'. In de beantwoording van de vragen staat dit in algemene zin verder toegelicht. Tevens adviseert de TCB om ook voor de reeds aangelegde installaties een adequate aanpak van beheer en nazorg te organiseren.

2. BOVENGRONDS GEBRUIK

Afwegingen die de TCB maakt vanuit de invalshoek van het bovengrondse gebruik hebben betrekking op bestaande bovengrondse diensten die beïnvloed kunnen worden; wat zijn de gevolgen voor het bovengrondse gebruik? In deze paragraaf wordt kort weergegeven wat eventuele gevolgen voor het bovengrondse gebruik zijn door veranderingen in het grondwater. Eveneens weegt het ruimtebeslag mee, dat bovengronds bespaard wordt door het gebruik van de ondergrond.

Grondwater

WKO-installaties die in het freatisch of eerste watervoerende pakket zijn aangelegd, beïnvloeden de grondwaterspiegel. Afhankelijk van het debiet en de grondsoort is de verandering van de grondwaterstand bij de put of bron enkele decimeters, hetgeen effect kan hebben op het draagvermogen van de bodem en de kwaliteit van funderingen. Deze effecten zijn op voorhand goed te berekenen en er kan dus rekening mee gehouden worden bij de vergunningverlening. Deze belangen spelen vooral in het stedelijk gebied.

Grondwaterstandveranderingen buiten de stad zijn vooral van invloed op bovengrondse grondwaterstandgevoelige natuur. Tevens zijn natuurgebieden gevoelig voor veranderingen in de grondwaterkwaliteit. In zandgebieden zoals die bijvoorbeeld voorkomen in de provincie Noord-Brabant bevat het eerste watervoerende pakket zacht grondwater dat tot wel 30 meter diep reikt. Dit water voedt de natte natuurgebieden en is mede bepalend voor de diversiteit van de vegetatie. Als dit water wordt gemengd met dieper grondwater van een andere kwaliteit, verliest het zijn zachte karakter waardoor tevens de vegetatie verandert.

Ruimtebeslag

De hoeveelheid ruimte die bovengronds bespaard wordt, kan van belang zijn in de duurzaamheidsafweging. Door de ondergrond te benutten kan er bovengronds meer ruimte beschikbaar blijven voor andere doeleinden. In tabel 2 is een indicatie gegeven van het aantal hectare dat nodig is voor de productie van 1500 MW duurzame energie.

Tabel 2. Ruimtebeslag van windenergie, zonne-energie en WKO voor het leveren van 1500 MW.

Duurzame energie	Opbrengst per eenheid	Ruimtebeslag in hectaren voor jaarlijkse levering 1500 MW	Opmerking
Zonne-energie ²⁷ Photovoltaïsche cel		1992	
Windenergie (zie voetnoot 27)	1 MW per turbine	29.658	Ruimtebeslag groot door grote onderlinge afstand ²⁸ . Direct ruimtebeslag is veel kleiner; 88 ha
Windenergie, moderne turbine ²⁹	5 MW per turbine	9576	Geschat direct ruimtebeslag circa 100 ha
WKO open systeem	1 kW per 325 m ³ vergund debiet per jaar	10.155 ³⁰	Direct ruimtebeslag is 4062 ha ³¹

Vergelijking van de verschillende vormen van duurzame energie ligt gevoelig. Het ruimtebeslag is slechts één van de factoren die worden gewogen. Veelal wordt in de afweging meer gewicht toegekend aan het visuele aspect of de energievraag van het productieproces van de installatie dan

²⁷ Kleine Energieatlas, Ruimtebeslag van Elektriciteitsopwekking, HNS landschapsarchitecten in opdracht van het Ministerie van VROM, december 2008.

²⁸ Vuistregel voor de onderlinge afstand is vijf keer de rotordiameter.

²⁹ Een moderne windturbine kan een vermogen van 3 tot 5 MW leveren, heeft een rotordiameter van 120 m en een ashoogte van 80 m.

³⁰ Uitgaande van de eenheid is er een totaal volume grondwater nodig van 487,5 miljoen m³, benutte hoogte van het grondwaterpakket van 30 m en een porievolume van 40 procent, waarbij de helft van de energielevering door warmte en de andere helft door koude plaatsvindt.

³¹ Vuistregel voor de afstand tussen de koude- en warmtebel is drie keer de straal van de warmtebel.

aan het ruimtebeslag. De TCB constateert dat het ruimtebeslag van de genoemde vormen van duurzame energie niet exclusief is. Bij alle vormen is er sprake van meervoudig ruimtegebruik.

3. ONDERGRONDS GEBRUIK

Vanuit de invalshoek van ondergronds gebruik, wordt gekeken naar onderlinge beïnvloeding van gebruik of beïnvloeding van ander gebruik van de ondergrond en keuzes tussen mogelijke gebruiksvormen. Niet al het gebruik van de ondergrond beïnvloedt elkaar. In de praktijk is er vaak sprake van meervoudig gebruik van de ondergrond.

Gebruik van de ondergrond voor kabels en leidingen, ondergronds bouwen, zoutwinning, gasopslag, mijnbouwactiviteiten en dergelijke vindt over het algemeen plaats op een andere diepte dan waar een WKO zich bevindt. In de provincies Noord-Brabant en Gelderland komen de WKO-systemen voor in het freatisch grondwaterpakket op een diepte van 30 tot 100 meter. In de provincies Noord- en Zuid-Holland, bevinden de systemen zich gewoonlijk in het tweede watervoerend pakket op een diepte van meer dan 50 meter. Beïnvloeding van bovengenoemde activiteiten door WKO (of vice versa) lijkt om die reden niet aannemelijk.

Op de diepte waar WKO plaatsvindt wordt het grondwater ook voor andere doeleinden benut. Van oudsher wordt er grondwater gewonnen voor de productie van drinkwater, als ingrediënt in de drankindustrie, als gietwater of industrieel koelwater. Steeds vaker wordt ook water geïnfiltreerd om eventueel later te gebruiken als drinkwater of gietwater.

In onderstaande afwegingen heeft de commissie alleen gebruiksvormen meegenomen die het grondwater direct benutten. De onderlinge beïnvloeding van WKO-installaties en de mogelijke beïnvloeding van grondwatersaneringen en drinkwaterwinningen zijn daarin drie belangrijke interferenties.

Onderlinge beïnvloeding van WKO-installaties

Beïnvloeding van WKO-installaties onderling komt voor in de gebieden waar op grote schaal WKO-installaties voorkomen. Kantoren en bedrijven liggen vaak in speciaal daarvoor aangelegde wijken en terreinen en hebben een grote gezamenlijke vraag naar WKO. De claim die per kantoor op de ondergrond wordt gelegd voor WKO is in veel gevallen groter dan waar de ondergrond in kan voorzien. Men loopt aan tegen de grenzen van het bodem-watersysteem.

Systemen die in elkaars nabijheid liggen, beïnvloeden de ligging van elkaars warmte- of koudebel (beldrift). Doordat op voorhand niet bekend is waar, wanneer en met welk debiet gepompt wordt, is het beheer van de voorraden opgeslagen warmte en koude complex. In de huidige vergunningverlening geldt 'wie het eerst komt, het eerst pompt'. De locatie van een open systeem wordt geregistreerd, maar er is geen sprake van een ordening op basis van warmte- en koudevraag als onderdeel van een integrale beheersvisie.

De TCB ziet de ordening van systemen als kans om de duurzaamheid van WKO te stimuleren. Een duurzame ordening van WKO-systemen zou zich kunnen richten op een optimale verdeling van warmte- en koudebellen in de ondergrond, om onderlinge interferentie te voorkomen. Ordening kan zich eveneens richten op het combineren van verschillende WKO-systemen met een

verschillende energievraag om per saldo een temperatuurbalans te realiseren in een gebied. De ordening draagt op die wijze bij aan het duurzaam gebruik van ondergrond én energie.

Ordenen van WKO-systemen vanuit de vraag naar energie lijkt de TCB in praktijk echter een moeizame route. De energievraag is afhankelijk van de extremen van het seizoen en op voorhand slecht in te schatten. De TCB ziet meer in een aanpak waarin wordt bepaald hoe groot de totale capaciteit is van een watervoerendpakket voor WKO. Deze capaciteit kan vervolgens volledig benut worden in een collectief beheerd systeem waarin wordt toegezien op de verdeling van een levering van de basislast van warmte respectievelijk koude. De pieken in de energievraag kunnen worden opgevangen door conventionele systemen.

WKO en grondwatersanering

Er is een ontwikkeling gaande waarbij WKO wordt gecombineerd met grondwatersanering om stagnatie in grondwatersaneringen vlot te trekken. Hoewel de TCB de kans voor grondwatersanering hierin erkent wil zij toch een kanttekening plaatsen. Het idee van WKO in combinatie 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.

In sommige gevallen wordt de term WKO en grondwatersanering gehanteerd voor WKO-systemen die worden aangelegd in verontreinigde grondwaterlichamen, waarbij volledig vertrouwd wordt op natuurlijke afbraak. Geredeneerd wordt dat de grotere geïnduceerde grondwaterstroming in combinatie met een hogere temperatuur leidt tot versnelde afbraak van de verontreiniging. Er is nog onvoldoende gedegen wetenschappelijk onderzoek voorhanden dat deze redenatie onderbouwt. De TCB vindt dat ook deze ontwikkeling gedegen wetenschappelijk onderzoek verdient.

Voorts wijst de TCB op de mogelijkheid dat door WKO-systemen 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.

WKO en drinkwaterwinningen

Schattingen van de Nederlandse voorraad zoet grondwater lopen uiteen van circa 800 miljard m³³² tot circa 1100 miljard m³³³. Ondanks deze relatief grote hoeveelheid zoet grondwater in Nederland³⁴ is grondwater een schaars goed waar we zorgvuldig mee om moeten springen, zowel

³² De Atlas van ondergronds Nederland, Noordhoff atlasproducties, 2009.

³³ Toekomst van de Nederlandse grondwatervoorraad in relatie tot klimaatverandering, TNO rapport 2008-U-R0074/B, Stuurman, R. e.a., 2008, in opdracht van DG Water.

³⁴ Naar schatting is slechts 2,5 procent van al het water op aarde zoet, dat houdt in dat er een voorraad zoetwater is van circa 35 miljoen km³. Circa 70 procent van dat zoete water komt voor in de vorm van ijs en ongeveer 30 procent komt voor als grondwater en bodemvocht (oppervlaktewater bevat minder dan 1 procent

in kwantiteit als in kwaliteit. De wetgever heeft met de Grondwaterwet een doelmatig gebruik en een doelmatige bescherming van het schaarse grondwater beoogd. Schaars grondwater moet zoveel mogelijk ter beschikking komen voor doeleinden waarvoor het gebruik van het water essentieel is, zoals drinkwatervoorziening en bepaalde industriële toepassingen. De wetgever acht het gebruik van grondwater als koelwater niet hoogwaardig³⁵.

In het gebruik van de bodem vindt de TCB het belang van drinkwaterwinning zwaar wegen. De eerdergenoemde aspecten als menging van grondwater en de beïnvloeding van het bufferend vermogen van het grondwater zijn van invloed op de samenstelling van het grondwater. Andere effecten die kunnen optreden zijn een verandering van de stromingsrichting van het grondwater en daarmee de ligging van het infiltratiegebied van de drinkwaterwinning, het verplaatsen van grondwaterverontreinigingen en lekkages vanuit foutief aangelegde of verlaten installaties. De mogelijke lange termijn effecten van WKO op de kwaliteit van grondwater voor de winning als drinkwater, zijn nog niet goed in beeld³⁶.

De TCB vindt het vanuit het voorzorgsprincipe aan te bevelen om vooralsnog geen systemen aan te leggen in grondwaterbeschermingsgebieden.

De TCB wil in dit verband ook wijzen op het verwachte verminderde rendement van een WKO-installatie die in de nabijheid van bijvoorbeeld een drinkwaterwinning ligt. Door de grondwateronttrekking is er een grotere geïnduceerde grondwaterstromingssnelheid. Hierdoor ondervinden de warmte- en koudebel een grotere mate van beldrift. De voorraden koude en warmte zijn daarmee slechter te beheersen en te benutten.

4. TOEKOMSTIGE GEBRUIKSWAARDE

De laatste invalshoek voor de duurzaamheidsafweging voor de bodem is de invalshoek van de toekomstige gebruikswaarde en intrinsieke waarde. Bescherming van de toekomstige gebruikswaarde wordt in principe geregeld via de zorgplicht en het voorzorgsbeginsel. De relatieve koude van het grondwater en de diversiteit van het grondwater zijn twee waarden die worden uitgewerkt.

Koude van het grondwater

Voor WKO is de relatieve koude van het grondwater de grootste waarde. De TCB vindt de geringe temperatuur van het grondwater dan ook de basiswaarde die behouden moet worden om ook in de toekomst te kunnen blijven koelen. Voor de duurzaamheidsafweging is de schaal waarop de temperatuurbeïnvloeding plaatsvindt van belang. Lokaal zijn bij een WKO-installatie hogere temperaturen acceptabel, zolang de temperatuur van het grondwater (op grotere ruimtelijke en tijdschaal) niet significant stijgt. Vanuit die optiek, moet warmteopslag in het grondwater worden beperkt en beheerst in combinatie met monitoring, waarbij er geen sprake mag zijn van warmtelozing. Een beperkte stijging van de gemiddelde temperatuur van enkele graden ter plaatse

van de voorraad zoet water). Water for the Recovery of the Climate – A new water paradigm, Kravcik, M. et al. Slovakia, 2008 en Grondwater in Nederland, Dufour, F.C., TNO Delft, 1998.

³⁵ overgenomen uit een uitspraak van de Rechtbank Zwolle, Awb 08/1155 d.d. 13-03-2009.

³⁶ Hoe combineren we drinkwater met bodemenergiesystemen? KWR, Rapport BTO 2009.030(s), juni 2009.

van de warmtebel van een WKO-installatie of in een warmteopslag vindt de TCB toelaatbaar. Maar vanwege de grotere waarde van koude is het handhaven van een lage temperatuur door een passend beheer duurzamer.

Diversiteit van het grondwater

Zoals eerder in dit advies genoemd, kan de diversiteit in grondwaterkwaliteiten afnemen als door WKO grondwater met verschillende karakteristieken wordt gemengd. Dergelijke veranderingen zijn niet of alleen op de lange termijn te herstellen. De diversiteit van het grondwater ziet de TCB als een belangrijke te behouden waarde, vanwege bijvoorbeeld de afhankelijkheid van aquatische en terrestrische ecosystemen en het open houden van toekomstige gebruiksmogelijkheden van het grondwater. Voor een duurzame inpassing van WKO is het daarom van belang om de menging van grondwaterkwaliteiten (zoveel mogelijk) te voorkomen.

Het verkeerslichtenmodel voorgesteld door de Taskforce WKO voor de toepassing en uitbreiding van WKO-systemen is een nuttig en noodzakelijk middel om de voorziene groei te beheersen waarbij de kwaliteit (duurzaamheid) van de ondergrond maatgevend is. Binnen de uitwerking van het verkeerslichtenmodel kan rekening gehouden worden met de invloed van systemen op de grondwaterkwaliteit, met name in drinkwaterwinningsgebieden, en de organisatie van systemen in gebieden waar deze in hoge dichtheden voorkomen. Het gaat hierbij om de beperking van de toename van de grondwatertemperatuur en de instandhouding van de diversiteit van de grondwaterkwaliteiten.

4 BEANTWOORDING VAN DE VRAGEN

Zoals gevraagd door de Minister heeft de TCB haar inzichten en ideeën gegeven omtrent het duurzaam gebruik van de bodem voor warmte- koudeopslag in de hieraan voorafgaande hoofdstukken. De adviesaanvraag bevat tevens specifieke vragen over de invulling van randvoorwaarden, de tijdelijke opslag van overtollige warmte in diepere bodemlagen en voorwaarden bij intensief gebruik van WKO binnen een gebied. Deze vragen worden in dit hoofdstuk beantwoord.

RANDVOORWAARDEN VOOR WKO

De eerste vraag van de Minister van VROM luidt:

De Taskforce wil inzetten op landelijk uniforme voorwaarden in algemene regels, die in principe ook de basis vormen voor vergunningen. Het gaat hierbij om aspecten als de maximale en minimale temperatuur van het geïnfilterde water, de energiebalans, vermenging van grondwaterkwaliteiten, verzilting, schade en interferentie. Ook moeten kwaliteitsborging en het verwijderen of onschadelijk maken van uit gebruik geraakte systemen een plaats krijgen. Kan de TCB aangeven op welke wijze deze voorwaarden kunnen worden ingevuld?

Uniforme regels

De TCB acht landelijk uniforme voorwaarden, gevat in algemene regels die de basis voor vergunningen vormen, wenselijk én mogelijk voor de maximum en minimum temperatuur van het te infiltreren water, de temperatuurbalans, de energiebalans, schade en interferentie. Ditzelfde geldt voor de kwaliteitsborging van systemen en de kwaliteitsborging van aanleg en verwijderen of onschadelijk maken van systemen.

De TCB vindt het tevens noodzakelijk dat in de algemene regels wordt opgenomen welke aspecten gemonitord moeten worden. De TCB vindt dat uit monitoringsgegevens de duurzaamheid van het systeem afgeleid moet kunnen worden. Er zijn drie thema's waarop gemonitord kan worden. Dit zijn de grondwaterkwantiteitsaspecten, de grondwaterkwaliteitsaspecten en het energetisch rendement (waaronder de temperatuur- en de energiebalans).

Een landelijke monitoringsverplichting van grondwaterkwantiteitsaspecten is gewenst voor de hoeveelheid beïnvloed grondwater (waaronder straal en dikte van het watervoerend pakket waarin dit water zich bevindt), de geïnduceerde stroming van dat water en de verandering in stijghoogtes. Van de grondwaterkwaliteitsaspecten is het chloridegehalte, als belangrijkste indicator voor de zoet-zout stratificatie, landelijk gezien een aandachtspunt dat gemonitord moet worden.

Aspecten die ingaan op de vermenging van grondwaterkwaliteiten, zoet-zout grondwatermenging en redoxgradiënten in hoog Nederland hangen samen met de indeling van Nederland in regionale grondwaterlichamen en zijn moeilijk te vangen in landelijke uniforme regels.

De TCB vindt het wenselijk om binnen de algemene regels voor monitoren, de regionale aspecten te kunnen verwerken in de monitoringseisen.

Overeenkomstig het door de Taskforce geadviseerde verkeerslichtenmodel, kan differentiatie van regels naar regionale grondwaterenheden een passende basis bieden voor vergunningvoorwaarden. Omwille van de praktische toepasbaarheid is het verkeerslichtenmodel in eerste instantie ingedeeld volgens ruimtelijke ordeningskenmerken.

De TCB stelt voor deze indeling aan te vullen met de aanwezigheid van grondwaterverontreinigingen, drinkwaterwinnings en stratificatie in grondwaterkwaliteit.

Aandachtspunten bij de invulling van voorwaarden

Maximale en minimale temperatuur

Bij hoge temperaturen kan toename van potentieel schadelijke stoffen verwacht worden, zoals de aanrijking van H₂S. Ook de meeste potentieel pathogene micro-organismen gedijen goed bij temperaturen van 35 °C tot 40 °C. De eerste vraag is of er potentieel pathogene micro-organismen aanwezig zijn op de diepte van de warmtebron. Die vraag is niet eenvoudig te beantwoorden. Bij aanleg van de WKO is de gemiddelde temperatuur nog 12 °C en is er geringere dichtheid van micro-organismen te verwachten en een lage activiteit.

Tot nadere onderbouwing mogelijk is, wijst de TCB op het al eerder in dit advies aangehaalde onderzoek¹⁶ naar de invloed van de temperatuur op de verwerking van het bodemmateriaal en daarmee op de biogeochemische buffering van de bodem. Uit dit onderzoek bleek dat de microbiële afbraak en chemische oxidatie (mineralisatie) versnellen bij temperaturen boven de 25 °C.

Het effect op de microbiële aspecten van de bodem ten gevolge van de temperatuursverandering door WKO, is onderwerp van nu lopende onderzoeken. KWR doet in samenwerking met RIVM, VU en Arcadis een vierjarig onderzoek naar de effecten van bodemenergie op het ecosysteem. Ook is het tweejarig onderzoek 'Meer met bodemenergie' gestart, naar de effecten van WKO op bodem op termijn, waaraan WUR, Deltares, Bioclear en IF Technology deelnemen. Op basis van de resultaten van deze onderzoeken kan de maximale retourtemperatuur van het te infiltreren water wellicht beter worden onderbouwd.

De TCB adviseert op basis van het voorgaande, om voor de maximale retourtemperatuur van het te infiltreren water in principe uit te gaan van 25 °C. In bepaalde situaties (zoals extreme hitte) kan tijdelijk een hogere temperatuur tot maximaal 30 °C geaccepteerd worden. Voorwaarde hierbij is wel dat de hogere retourtemperatuur leidt tot een significant hoger energetisch rendement van het systeem en dat de opgeslagen warmte wordt teruggewonnen.

Energiebalans

De voorwaarde dat er sprake moet zijn van een energiebalans voorkomt een geleidelijke opwarming van het grondwater en beschermt de oorspronkelijke grondwatertemperatuur als drager van het principe van WKO. Dit kan in de praktijk betekenen dat er geforceerd koude of warmte moet worden geladen. De TCB vindt dit een ongewenste ontwikkeling uit oogpunt van

duurzaamheid en CO₂-reductie. Anders dan de Taskforce vertaalt de TCB deze ontwikkeling niet in het ruimhartiger toestaan van een zekere onbalans. Om de koude van het grondwater te behouden moet alle warmte die in het grondwater is opgeslagen worden teruggewonnen. De warmtevraag in de winter zou om die reden sturend moeten zijn voor de grootte van de WKO-installatie. Ergo, er wordt tijdens het koelen in de zomer, niet meer warmte opgeslagen dan dat er in de winter teruggewonnen wordt.

Menging van grondwaterkwaliteiten

De Taskforce stelt zich op het standpunt dat het water uit verschillende watervoerende pakketten of van te zeer verschillende kwaliteiten niet met elkaar vermengd moet worden. De TCB merkt daarbij op dat grondwater binnen één watervoerend pakket sterk van kwaliteit kan verschillen terwijl grondwater uit verschillende watervoerende pakketten van vergelijkbare kwaliteit kan zijn. De kwaliteit van het grondwater dient de onderscheidende factor te zijn.

De belangrijkste kwaliteiten van het grondwater waar in dit verband rekening mee moet worden gehouden zijn antropogeen veroorzaakte verontreinigingen, chloridegradiënten (zoet-zout gradiënt), redoxgradiënten en pH- en hardheidgradiënten. Ongeacht de herkomst van het grondwater (uit hetzelfde of een ander watervoerend pakket) moet een verschil in deze kwaliteiten betrokken worden in de voorwaarden voor vergunningverlening van WKO-installaties.

De TCB heeft begrip voor een eventueel verbod op het mengen van grondwater uit verschillende watervoerende pakketten als praktische invulling van deze kwaliteitseisen.

Voor grondwater uit één watervoerend pakket beveelt de TCB aan om de kwaliteit van het grondwater aan de bovenzijde van het filter te vergelijken met de kwaliteit onder aan het filter. De heersende waardevolle grondwaterkwaliteit kan beschermd worden door hierop zowel de diepte van de bronnen als de filterlengte aan te passen. Hierbij kan rekening worden gehouden met de opbouw van de bodem rond de bronnen in de beoogde straal van de warmte- en koudebellen.

Verzilting

Door de Taskforce wordt als randvoorwaarde genoemd dat het WKO-systeem niet leidt tot significante verzilting door het aantrekken van brak of zout grondwater. Zoals eerder aangegeven vindt de TCB het ongewenst dat grondwater van verschillende kwaliteiten wordt vermengd, omdat dit mede leidt tot een verarming van de diversiteit in grondwaterkwaliteit, met consequenties voor beïnvloede ecosystemen en de (toekomstige) gebruiksmogelijkheden van het grondwater. De TCB is daarom van mening dat verzilting van zoet grondwater door de invloed van WKO voorkomen moet worden. Binnen een brakwatermilieu acht de TCB enige menging met zout grondwater acceptabel, mits dit niet leidt tot een significante verschuiving van de brak/zout grens in de richting van het maaveld.

Schade

De Taskforce geeft in haar advies aan dat zettingen aan gebouwen en tunnels mogelijke vormen van schade zijn. De TCB ziet de potentiële gevolgschade breder. De TCB rekent hieronder ook eventuele schade aan funderingen door een dalende grondwaterspiegel, schade door het mogelijk opschuiven van verontreinigingen naar de bodem van een andere eigenaar, mogelijke verspreiding van

verontreinigingen door verdunning, eventuele investeringen van drinkwaterwinbedrijven in extra filters op winningen, en zo mogelijk rendementschade van andere WKO-installaties door interferentie.

De TCB ziet voor het mengen van diverse lichte- of diffuse verontreinigingen als belangrijke voorwaarde dat het verontreinigde volume niet wezenlijk mag worden vergroot. Er moet sprake zijn van *stand still* of verbetering, conform de uitzondering in de grondwaterrichtlijn³⁷.

Interferentie

Interferentie kan als schade gezien worden waarbij de TCB verwijst naar het bovenstaande aandachtspunt. Echter, al eerder is in dit advies aangegeven dat het combineren van WKO-systemen om een onbalans te vereffenen kan bijdragen aan de duurzaamheid van WKO-systemen voor de bodem. Deze manier van omgaan met interferentie neigt naar het combineren tot grotere collectieve systemen, eventueel beheerd door bodemenergiemaatschappijen. In deze vorm van combineren ziet de TCB een kans om de bijdrage van WKO-systemen in een duurzame energievoorziening te vergroten.

Kwaliteitsborging, waaronder het uit gebruik nemen of verwijderen van niet benutte systemen

De Taskforce geeft aan dat de kwaliteitsborging van WKO-systemen landelijk en uniform geregeld moet worden. De TCB onderstreept deze eis en heeft reeds genoemd dat een integraal proces van ontwerp, aanleg en beheer van de gehele installatie (zowel de ondergrondse als bovengrondse delen) kan leiden tot de grootste rendementen en daarmee tot een grotere bijdrage aan duurzame energievoorziening.

Controleerbaarheid en handhaafbaarheid van kwaliteitseisen is in de praktijk een belangrijk aspect in de kwaliteitsborging. Kwaliteitseisen die gesteld worden aan aanleg en verwijdering van WKO-systemen dragen bij aan de duurzaamheid voor de bodem en kunnen goed toegepast en gehandhaafd worden. Eisen gesteld aan het beheer en onderhoud van WKO-systemen dragen bij aan het duurzaam gebruik van bodem én energie, maar zijn daarentegen moeilijker te handhaven. Gezien de milieuwinst die kan liggen in de laatste categorie eisen adviseert de TCB om niet terughoudend te zijn in het stellen van enkele landelijke uniforme regels met betrekking tot het beheer en onderhoud.

De TCB ziet de methode van verwijderen of onschadelijk maken van het ondergrondse systeem als onderdeel van de kwaliteitsborging. Bij het in gebruik stellen van een open WKO-systeem is er een belang voor de initiatiefnemer om lekken tussen bodemlagen te voorkomen of te dichten. Het WKO systeem heeft immers een slechter rendement wanneer er lekken aanwezig zijn. Bij het verwijderen van een uit gebruik genomen installatie speelt dat (eigen)belang niet meer. De vraag is of het verwijderen van de installatie dan zorgvuldig gebeurt. Bovendien is het verwijderen van bronnen ingewikkeld met een kans op schade aan waterscheidende lagen. Ook voor gesloten systemen geldt dat bij het verwijderen van de bodemlussen schade aan de bodem wordt toegebracht. Idealiter wordt bij de aanleg van een systeem al rekening gehouden met de mogelijkheid tot het duurzaam afsluiten van de doorboorde laag als de WKO-installatie uit gebruik genomen wordt.

³⁷ Directive 2006/118/EC ('Grondwaterrichtlijn'), Article 6: Measures to prevent or limit inputs of pollutants into groundwater.

De TCB adviseert om een financiële constructie te bedenken waar iedereen die een WKO-installatie aanlegt aan bijdraagt en die aangewend kan worden voor de verwijdering of afsluiting van een WKO-systemen ('verwijderingsbijdrage'). Deze verwijderingsbijdrage moet zowel voor open als gesloten systemen opgelegd worden. Wanneer er in de toekomst een activiteit in de bodem gaat plaatsvinden waarbij een (uit gebruik geraakte) installatie verwijderd moet worden kan aanspraak gemaakt worden op dit fonds. Deze financiële constructie dient er nadrukkelijk niet toe, om de verantwoordelijkheid van initiatiefnemers af te kopen maar bestaat naast de zorgplicht.

WARMTEOPSLAG

De tweede vraag van de Minister van VROM luidt:

De Taskforce constateert bij randvoorwaarde 3 een tendens in de markt om te streven naar hogere retourtemperaturen in de bodem dan de huidige 25 °C. Deze verhogen het rendement van een systeem en kunnen bijdragen aan het rendement van andere bronnen, door het tijdelijk opslaan van overtollige warmte. Om nadelige effecten te voorkomen wordt onder meer gedacht aan het opslaan in diepere lagen of in zoute pakketten. Wat is de visie van de TCB op deze ontwikkeling en welke randvoorwaarden zouden hierbij moeten worden gesteld.

In randvoorwaarde 3 formuleert de Taskforce de noodzaak tot een gecoördineerd onderzoeksprogramma waarin onder meer onderzoek is opgenomen naar de 'grenzen van de retourtemperatuur, gerelateerd aan bodemleven en (bio)chemische evenwichten en deze zo mogelijk te koppelen aan bepaalde gebieden, zoals zout of diep grondwater'. De Taskforce geeft aan dat een hogere retourtemperatuur het rendement van een systeem kan verhogen door de maximaal haalbare temperatuursprong in het systeem te vergroten of het gebruik van een warmtepomp overbodig kan maken. Bovendien is in het advies van de Taskforce genoemd dat het toelaten van hogere temperaturen in de bodem mogelijkheden kan geven voor de opslag van restwarmte uit andere bronnen zoals de glastuinbouw of de warmteoverschotten van andere duurzame technieken, aldus de Taskforce.

De TCB heeft elders in dit advies onderbouwd dat zij tijdelijk een hogere temperatuur van het te infiltreren water acceptabel acht tot een maximum van 30 °C. Een voorwaarde hierbij is dat met deze hogere temperatuur ook daadwerkelijk een hoger energetisch rendement wordt gehaald. Deze temperatuursgrens heeft betrekking op het retourwater dat wordt geïnfiltrerd in watervoerende lagen tot op een diepte van circa 250 tot 300 meter.

Deze adviesvraag heeft, in het licht van het onderscheid dat de TCB in hoofdstuk 1 maakt, geen betrekking op WKO maar op warmteopslag. Bij warmteopslag is de warmtevraag leidend en wordt de bodem benut als opslagmedium. Ook bij warmteopslag stelt de TCB voorop dat de relatieve koude in de bodem behouden moet blijven. De warmte die wordt opgeslagen moet binnen een zekere tijdsperiode worden teruggewonnen.

In de vraagstelling wordt in algemene zin gevraagd naar de opslag in diepere lagen en zoute pakketten. Algemeen gesproken is er in diepere zoute lagen (dieper dan 300 m-mv) minder biogeochemische activiteit en zijn er om die reden minder effecten te verwachten. De TCB kan desgewenst specifiekere antwoorden op een separate adviesaanvraag als de termen 'dieper' en 'zouter' nader zijn gespecificeerd.

INTENSIEF GEBRUIK

De derde vraag van de Minister van VROM, luidt

De TCB heeft in haar advies uit 2004 ten aanzien van het BEB-rapport kanttekeningen geplaatst bij de risico's van te intensief gebruik van WKO binnen een gebied. Deze notie lijkt haaks te staan op een grote groei van WKO in Nederland. De Taskforce heeft de kanttekening overgenomen, maar kan deze slechts vertalen in vervolgonderzoek. Welke mogelijkheden ziet de TCB om deze kanttekeningen te vertalen in voorwaarden?

De TCB heeft in het zogenoemde BEB-advies³⁸, onderscheid gemaakt in vier hoofdeffecten:

- wijziging van grondwaterstanden, -stijghoogten en –stromingsrichtingen;
- temperatuurveranderingen in de bodem;
- het doorboren van bodemlagen;
- het in de bodem brengen van bodemvreemde stoffen.

Daarbij heeft de TCB haar al eerder ingenomen standpunt onderstreept dat niet ieder gebruik of iedere beïnvloeding van de functionele eigenschappen van de ondergrond als bezwaarlijk hoeft te worden gezien. Het (milieuhygiënisch) bezwaar wordt ook bepaald door het aantal en de dichtheid van de ondergrondse activiteiten en de mate waarin deze de functionele eigenschappen in een gebied beïnvloeden. De grote groei van WKO-systemen past bij de kanttekening die de TCB heeft geplaatst bij de risico's van intensief gebruik van WKO in een gebied. Ook in het advies van de Taskforce is aangegeven dat met de huidige groei het belang van kennis over de gevolgen van intensief gebruik actueler wordt.

De TCB onderstreept het advies van de Taskforce om nader onderzoek te doen naar de gevolgen van intensief gebruik. In het rapport van de Taskforce worden de volgende onderwerpen genoemd: vermenging van natuurlijke gradiënten in waterkwaliteit, de grotere aantrekking van verontreinigingen en de grotere verandering van de temperatuur. Dit kan uitgebreid worden met onderzoek naar de positieve en negatieve effecten van intensief gebruik binnen een gebied op de energie-opbrengst en CO₂-emissiereductie.

Op voorhand kunnen grenzen worden gesteld aan de mate waarin effecten in een gebied mogen voorkomen. Te denken valt aan een gebiedsspecifieke maximale stijghoogte of maximale tijdelijke temperatuurstijging. Dergelijke grenzen kunnen een ordenend effect hebben.

Voor de beoordeling van één WKO-installatie op duurzaamheid betekent het voorgaande dat voor de effecten naar het totaal van de toegepaste systemen in dat grondwatersysteem wordt gekeken en naar de mate waarin de toepassing leidt tot overschrijding van de gekozen grenzen. 'Wie het eerst komt, het eerst pompt' blijft binnen de gestelde grenzen gelden, zoals op meerdere beleidsterreinen het geval is (geluidshinder, ammoniakbeleid en dergelijke).

De TCB vindt ordening van WKO-systemen (en ordening van de ondergrond in den brede) een onlosmakelijk onderdeel van duurzaam gebruik van de ondergrond én energie. In de paragraaf *Onderlinge beïnvloeding van WKO-systemen* heeft de commissie dit toegelicht. In dit verband wil de commissie daaraan toevoegen dat vergunningen voor onbepaalde tijd en niet benutte vergunningen die alleen een claim leggen op een gebied, suboptimaal gebruik in de hand werken en daarmee minder of niet duurzaam zijn.

³⁸ Advies inzake concept beleidsaanbevelingen project 'Bodem als Energiebron en –Buffer' TCB, S13 2004

Speciale aandacht vraagt de TCB voor de geldigheidsduur van een vergunning. Een vergunning op basis van de grondwaterwet wordt voor onbepaalde tijd verleend. Een eenmaal verleende vergunning is door het bevoegde gezag nauwelijks meer in te trekken terwijl daar op basis van nieuwe ontwikkelingen, intensiever gebruik of een duurzamer gebruik van de ondergrond wel behoefte aan kan bestaan. Aangezien er nog weinig kennis is over de invloed van WKO-systemen op de bodem en de duurzaamheid van deze systemen is het niet onaannemelijk dat een dergelijke herverdeling wenselijk is in de toekomst. De vergunning voor onbepaalde tijd vormt dan een obstakel. Vanuit het oogpunt van duurzaam gebruik van de ondergrond zijn tijdelijke vergunningen een betere optie. De hoge investeringen nopen tot een zekere minimale gebruiksduur van het systeem. De TCB adviseert de duur van vergunningen hierop aan te passen.

De TCB is van mening dat er door de Taskforce een goede stap is gezet in de richting van duurzaam gebruik van de bodem voor WKO. Het verkeerslichtenmodel zoals dat is beschreven door de Taskforce biedt mogelijkheden tot het stellen van voorwaarden aan WKO-installaties, rekening houdend met het grondwater ter plaatse, waarmee te intensief gebruik kan worden voorkomen.

5 TEN SLOTTE

De TCB is van mening dat WKO niet dé oplossing is voor een duurzame energievoorziening, maar een aanvulling is op reeds bestaande duurzame energiesystemen. Het CBS gaat uit van een totale jaarlijkse Nederlandse energiehuishouding van 3.330 PJ³⁹, met een equivalent van 173 Mton CO₂ uitstoot⁴⁰. De huidige bijdrage van open en gesloten WKO-systemen bedraagt 804 MW¹⁹, wat overeenkomt met een vermeden verbruik van fossiele energie van 703 TJ, dit heeft een equivalent van 0,048 Mton vermeden CO₂ uitstoot. Het Planbureau voor de Leefomgeving⁴¹ verwijst naar recent onderzoek van TTE⁴² waarin staat aangegeven dat de jaarlijkse bijdrage van WKO-systemen aan energiebesparing voor de Randstedelijke provincies (Noord-Holland, Zuid-Holland en Utrecht) na 2040 overeenkomt met een vermeden verbruik van fossiele energie van 23-38 PJ. De overeenkomstige hoeveelheid jaarlijks vermeden CO₂-uitstoot wordt geschat op 0,5-0,8 Mton⁴³. Deze berekeningen illustreren dat de bijdrage van WKO marginaal is, net als enkele andere duurzame energietechnieken. Alle technieken samen kunnen een substantiëlere bijdrage leveren. Een stimulering van duurzame energietechnieken in den brede past daarbij.

Om toch zo efficiënt en duurzaam mogelijk gebruik te maken van de potentie aan WKO in de ondergrond, adviseert de TCB om de inzet van de stimulering te richten op de integrale kwaliteit van aanleg, beheer en onderhoud van de volledige ondergrondse en bovengrondse installatie. Via ordening van de ondergrond en het aanwijzen van gebieden waar WKO intensief kan worden toegepast ontstaat de mogelijkheid tot grotere collectieve systemen, bij voorkeur beheerd door professionele organisaties. Er is een aanzienlijke overheidssturing nodig om de ingeslagen weg van kleine individuele installaties te keren in de richting van grotere collectieve installaties.

Mogelijkheden voor duurzame energie worden ontdekt vanuit een duurzaamheidsideologie. Rond de toepassing van WKO-systemen merkt de TCB een tendens op waarin de ideologie van duurzame energievoorziening, die draait om de kwaliteit van een toepassing, ondergeschikt wordt aan de markt waarin de kwantiteit van het toepassen telt. Vanuit de voordelen die WKO biedt voor ontwikkelaars (via de EPC-norm of door subsidiëring) wordt vaak gekozen voor deze techniek ook in die gevallen waar wellicht beter voor een andere duurzame techniek gekozen had kunnen worden. Per geval moet beoordeeld worden of er sprake is van een koude- en warmtevraag met WKO als mogelijk duurzame oplossing. Wanneer er een grote warmtevraag is kan geothermie of warmteopslag een duurzamere oplossing zijn.

³⁹ M is mega is 10⁶, T is tera is 10¹², P is Peta is 10¹⁵

⁴⁰ Duurzame energie in Nederland 2008, CBS augustus 2009

⁴¹ Wegen naar een klimaatbestendig Nederland. Planbureau voor de Leefomgeving, W. Ligtoet *et al.*, april 2009, blz. 66.

⁴² WKO potentie van de Randstad, rapportnummer. C08054, TTE, Deventer, in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving.

⁴³ De Randstedelijke provincies (Noord-Holland, Zuid-Holland en Utrecht) herbergen een derde van de WKO-systemen en de helft van het opgestelde thermische vermogen aan WKO.

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De TCB is van mening dat WKO niet dé oplossing is voor een duurzame energievoorziening maar een aanvulling is op reeds bestaande duurzame energiesystemen. Alle technieken samen kunnen een substantiëlere bijdrage leveren aan de energievoorziening. Een stimulering van duurzame energietechnieken in den brede past daarbij.

Het grote aantal boringen in de bodem dat voor de gesloten systemen is uitgevoerd en door afsluitende kleilagen heengaan is een punt van zorg, evenals de potentiële bedreiging van de kwaliteit van het grondwater door glycol als er lekkage in een systeem optreedt. Dit afwegend tegen de geringe energie-opbrengst kan de TCB de gesloten systemen niet als duurzaam voor de bodem zien.

Temperatuur van het grondwater

De geringe temperatuur van het grondwater is de basiswaarde die behouden moet worden om ook in de toekomst te kunnen blijven koelen. Bescherming van de relatief lage grondwatertemperatuur zou volgens de TCB bereikt kunnen worden wanneer de warmtevraag in het systeem sturend wordt voor de grootte van de WKO-installatie. Het niet terugwinnen van de opgeslagen warmte wordt gezien als ongewenste warmteozing.

Tot nadere onderbouwing van de temperatuureffecten mogelijk is, adviseert de TCB om voor de maximale retourtemperatuur van het te infiltreren water in principe uit te gaan van 25 °C. De temperatuur die hierdoor ontstaat in de warmtebel is niet zodanig dat er veranderingen verwacht worden in de andere diensten die de bodem biedt aan mens, plant en dier. Een beperkte stijging van de gemiddelde temperatuur van enkele graden ter plaatse van de warmtebel van een WKO-installatie of in een warmteopslag, vindt de TCB toelaatbaar. Tijdelijk kan een hogere temperatuur tot maximaal 30 °C geaccepteerd worden, mits dat leidt tot een significant hoger energetisch rendement van het systeem.

Kwaliteit van het grondwater

De TCB hecht aan het behoud van het biogeochemisch bufferend vermogen van de bodem voor de opvang van verontreinigende stoffen en de bescherming van de kwaliteit van het grondwater. Wanneer de maximale retourtemperatuur op 25 °C wordt gehandhaafd is in de praktijk geen negatieve invloed op de bufferende werking te verwachten. In het ontwerp van WKO-systemen dient rekening gehouden te worden met de biogeochemische bufferfunctie van de bodem door brondiepte en filterlengtes aan te passen en dient menging van grondwater van verschillende kwaliteiten voorkomen te worden.

De belangrijkste kwaliteiten van het grondwater waar rekening mee moet worden gehouden zijn de antropogeen veroorzaakte verontreinigingen, de chloridegradiënten (zoet-zout gradiënt), redoxgradiënten en pH- en hardheidgradiënten. Ongeacht de herkomst van het grondwater (uit hetzelfde of een ander watervoerend pakket) moet een verschil in deze kwaliteiten betrokken

worden in de voorwaarden voor vergunningverlening van WKO-installaties. De TCB heeft desalniettemin begrip voor een eventueel verbod op het mengen van grondwater uit verschillende watervoerende pakketten als praktische invulling van deze kwaliteitseisen. Binnen één watervoerend pakket dient de kwaliteit van het grondwater aan de bovenzijde van het filter vergeleken te worden met de kwaliteit van het grondwater onder aan het filter.

De diversiteit van grondwaterkwaliteiten is een belangrijke te behouden waarde. De TCB is daarom van mening dat verzilting van zoet grondwater door de invloed van WKO voorkomen moet worden. Binnen een brakwatermilieu acht de TCB enige menging met zout grondwater acceptabel, mits dit niet leidt tot een significante verschuiving van de brak-zout grens in de richting van het maaiveld.

Binnen het doelmatig gebruik en doelmatige bescherming van het schaarse grondwater weegt het belang van drinkwaterwinning zwaar. De TCB vindt het vanuit het voorzorgsprincipe aan te bevelen om vooralsnog geen systemen aan te leggen in grondwaterbeschermingsgebieden.

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. De TCB vindt achteruitgang van de grondwaterkwaliteit door toename in het volume verontreinigd grondwater of door verplaatsing van een verontreiniging, ongewenst.

Ordering, ontwerp en beheer van WKO-systemen

Wanneer er ingrepen zoals WKO in de bodem plaatsvinden, moeten deze goed renderen. De gewenste rendementsverbetering moet gezocht worden in zowel het beter beheer van de warmte- en koudebellen in de bodem als in het ontwerp en beheer van de bovengrondse installatie.

Om zo efficiënt en duurzaam mogelijk gebruik te maken van de potentie aan WKO in de ondergrond, moet de stimulering zich richten op de integrale kwaliteit van aanleg, beheer en onderhoud van de volledige ondergrondse en bovengrondse installatie. Via ordering van de ondergrond en het aanwijzen van gebieden waar WKO intensief kan worden toegepast ontstaat de mogelijkheid tot grotere collectieve systemen, bij voorkeur beheerd door professionele organisaties. De TCB stelt een aanpak voor waarin wordt bepaald hoe groot de totale capaciteit is van een watervoerendpakket voor WKO. Deze capaciteit kan vervolgens volledig benut worden in een collectief beheerd systeem waarin wordt toegezien op de verdeling van een levering van de basislast van warmte respectievelijk koude.

Een integraal proces van ontwerp, aanleg en beheer van de gehele installatie (zowel de ondergrondse als bovengrondse delen) kan leiden tot het hoogste rendement en daarmee tot een grotere bijdrage aan duurzame energievoorziening. Landelijke uniforme regels met betrekking tot het beheer en onderhoud kunnen daarin bijdragen.

De TCB ziet het verwijderen of onschadelijk maken van het ondergrondse systeem als onderdeel van de kwaliteitsborging en adviseert om een financiële constructie (fonds) te bedenken waar

iedereen die een WKO-installatie aanlegt aan bijdraagt en die aangewend kan worden voor de verwijdering of afsluiting van een WKO-systemen ('verwijderingsbijdrage').

Ordering van WKO-systemen (en ordering van de ondergrond in den brede) is een onlosmakelijk onderdeel van duurzaam gebruik van de ondergrond én energie. Tijdelijke vergunningen voor WKO bieden daarin meer flexibiliteit. De hoge investeringen nopen tot een zekere minimale gebruiksduur van het systeem. De TCB adviseert de duur van vergunningen hierop aan te passen.

Randvoorwaarden

De TCB acht landelijk uniforme voorwaarden gevat in algemene regels die de basis voor vergunningen vormen, wenselijk én mogelijk en adviseert om tevens op te nemen op welke aspecten gemonitord moet worden. Aspecten die ingaan op de menging over zoet-zout gradiënten (in met name laag-Nederland) en redoxgradiënten of pH- en hardheidsgradiënten (in hoog-Nederland) hangen samen met de indeling van Nederland in regionale grondwaterlichamen en zijn moeilijker te vangen in landelijke uniforme regels. Het is van belang dat de regionale aspecten verwerkt kunnen worden in de monitoringseisen.

Overeenkomstig het door de Taskforce geadviseerde verkeerslichtenmodel kan differentiatie van regels naar regionale grondwater-eenheden, aangevuld met de aanwezigheid van grondwater-verontreinigingen, drinkwaterwinningen en stratificatie in grondwaterkwaliteit, een passende basis bieden voor vergunningvoorwaarden.

De huidige groei van het aantal systemen onderstreept het belang van kennis over de gevolgen van intensief gebruik. Onderzoek dient ook de positieve en negatieve effecten van intensief gebruik binnen een gebied op de energie-opbrengst en CO₂ emissie reductie in beeld te brengen.

BIJLAGE 1: ADVIESAANVRAAG



> Retouradres Postbus 30945 2500 GX Den Haag

De voorzitter van de TCB
Postbus 30947
2500 GX DEN HAAG

**Directoraat-Generaal
Ruimte**

Directie
Leefomgevingskwaliteit
Cluster Bodemsanering en
Gebruik Ondergrond

Rijnstraat 8
Postbus 30945
2500 GX Den Haag
Interne postcode 360
www.vrom.nl

Contactpersoon

Drs. R.C. Guijt

T 070 - 339 42 93

Kenmerk

LOK2009028629

Datum **01 OKT. 2009**
Betreft Adviesaanvraag TCB over rapport Taskforce WKO

Geachte voorzitter,

Op 21 mei 2008 heb ik tijdens de Bestuurdersconferentie Bodem opdracht gegeven tot het instellen van de Taskforce WKO. Reden hiervoor was het breed gedragen geluid dat het gebruik van warmte-koudeopslag in Nederland weliswaar snel groeit, maar lang niet de volle potentie aan energiebesparing waarmaakt, die met deze techniek kan worden bereikt. Ik heb de Taskforce gevraagd om te adviseren hoe deze groei kan worden versterkt. Daarbij heb ik wel aangegeven dat deze groei niet ten koste mag gaan van de kwaliteit van de bodem.

Inmiddels heeft de Taskforce WKO haar advies afgegeven (zie bijlage). Hierin worden een aantal kansen voor versnelling en versimpeling van besluitvormingsprocedures aanbevolen en uitgewerkt in maatregelen. Hierbij gaat het onder meer om het versnellen van vergunningsprocedures en waar mogelijk het werken met algemene regels, om het beter verdelen van kosten en baten, om het faciliteren van regie door gemeenten en provincies en om het verbeteren van communicatie en beheer. Ook de combinatie met bodemsanering geeft potentieel wederzijdse kansen.

Daarnaast geeft de Taskforce een aantal (milieu)randvoorwaarden mee. Bij duurzaam gebruik van de bodem kijkt de Taskforce vooral naar doorboring, temperatuur-effecten en de hydrologie. Deze effecten worden nu al meegenomen in de vergunningverlening voor open systemen. De Taskforce adviseert daarom tot uniformering van eisen, certificering en nader onderzoek voor open en gesloten systemen. Hierbij geldt het idee dat, mits op de juiste locatie en met voldoende kwaliteit toegepast, het gebruik van warmte-koudeopslag niet leidt tot significante schade aan de bodem. Dit is uiteraard gebaseerd op de huidige inzichten.

Op basis van het advies zal het kabinet met een reactie komen, waarin zij aangeeft hoe het Rijk met de voorgestelde acties wenst om te gaan. Daarnaast zullen ook de provincies, gemeenten en betrokken marktpartijen om een reactie en inzet worden gevraagd. In de voorbereiding van de kabinetsreactie wil ik de Technische Commissie Bodembescherming vragen om haar inzichten en ideeën omtrent het duurzaam gebruik van de bodem voor warmte-koudeopslag. Hierbij wil ik de commissie vragen om specifiek in te gaan op de volgende vragen:

1. De Taskforce wil inzetten op landelijk uniforme voorwaarden in algemene regels, die in principe ook de basis vormen voor vergunningen. Het gaat hierbij om aspecten als de maximale en minimale temperatuur van het geïnfilterde



water, de energiebalans, vermenging van grondwaterkwaliteiten, verzilting, schade en interferentie. Ook moeten kwaliteitsborging en het verwijderen of onschadelijk maken van uit gebruik geraakte systemen een plaats krijgen. Kan de TCB aangeven op welke wijze deze voorwaarden kunnen worden ingevuld?

**Directoraat-Generaal
Ruimte**

Directie
Leefomgevingskwaliteit
Cluster Bodemsanering en
Gebruik Ondergrond

2. De Taskforce constateert bij randvoorwaarde 3 een tendens in de markt om te streven naar hogere retourtemperaturen in de bodem dan de huidige 25 °C. Deze verhogen het rendement van een systeem en kunnen bijdragen aan het rendement van andere bronnen, door het tijdelijk opslaan van overtollige warmte. Om nadelige effecten te voorkomen wordt onder meer gedacht aan het opslaan in diepere lagen of in zoute pakketten. Wat is de visie van de TCB op deze ontwikkeling en welke randvoorwaarden hierbij moeten worden gesteld.

Kenmerk

LOK2009028629

3. De TCB heeft in haar advies uit 2004 ten aanzien van het BEB-rapport kanttekeningen geplaatst bij de risico's van te intensief gebruik van WKO binnen een gebied. Deze notie lijkt haaks te staan op een grote groei van WKO in Nederland. De Taskforce heeft de kanttekening overgenomen, maar kan deze slechts vertalen in vervolgonderzoek. Welke mogelijkheden ziet de TCB om deze kanttekeningen te vertalen in voorwaarden?

Ik wil de commissie graag uitnodigen om ook verdere aanbevelingen te doen met betrekking tot het rapport of de toepassing van WKO. Ik wil de commissie vragen om haar reactie binnen een termijn van drie maanden te geven, zodat deze zoveel mogelijk kan worden meegenomen in de te nemen vervolgstappen op het advies.

Hoogachtend,
de minister van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer,
namens deze,
de directeur-generaal Ruimte,

drs. C.B.F. Kuipers

TCB adviezen gerelateerd aan dit advies:

Rapport Diepe ondergrond en bodembescherming, R06(1996)

Advies Systeemgericht grondwaterbeheer, S24 (2003)

Advies Bodem als Energiebron en-buffer, S13(2004)

Preadvies Duurzaam gebruik van de ondergrond, A043(2008).

De commissieleden van de TCB zijn:

Mevr. A. Edelenbosch, voorzitter TCB.

Prof.dr. P.C. de Ruiter, plaatsvervangend voorzitter TCB, hoogleraar Milieuwetenschappen aan de Universiteit Utrecht, wetenschappelijk manager Centrum Bodem bij Wageningen UR.

Prof.dr.ir. F.B.J. Barends, hoogleraar Grondwatermechanica aan de TU Delft, lid wetenschapsteam bij Deltares (Geo-Engineering)

Dr. J. Griffioen, Milieugeochemicus bij Deltares/TNO Geological Survey of the Netherlands

Drs. C. Hegger, Arts maatschappij en Gezondheid bij GGD Rotterdam-Rijnmond.

Dr.ir. J.J. Neeteson, Manager business unit Agrosysteemkunde van Plant Research International, WUR en geeft leiding aan de leerstoelgroep Biologische Landbouwsystemen van Wageningen Universiteit.

Prof.dr. J.G.M. Roelofs, hoogleraar Aquatische Ecologie en Milieubiologie aan de Radboud Universiteit Nijmegen

Prof.dr. J.C.H.M. Vangronsveld, Hoogleraar milieukunde, universiteit van Hasselt.

Prof.dr. W. Verstraete, hoogleraar Microbiële ecologie en technologie aan de Universiteit van Gent

Prof.dr. W.P. de Voogt, bijzonder hoogleraar Milieuchemie van opkomende watercontaminanten aan de Universiteit van Amsterdam, principal scientist bij KWR Nieuwegein

Dr. A.P. van Wezel, ecotoxicoloog, teamleider Chemische waterkwaliteit en gezondheid bij KWR Nieuwegein

Dr. C.M. Plug, ministerieel vertegenwoordiger, directeur Duurzaam Produceren VROM

Het secretariaat van de TCB:

Dr. J. van Wensem, algemeen secretaris

Dr.ir. A.E. Boekhold, plaatsvervangend algemeen secretaris

Drs. J. Tuinstra, senior adjunct secretaris

Drs. M. ten Hove, adjunct secretaris

Drs. J.L.M. Oomes, adjunct secretaris

S.I. Sewnarain, administratief medewerker

Dit advies is opgesteld door Justine Oomes