

Grondwateronttrekking voor de klimaat- en gietwatervoorziening Het Grootslag – Gemeente Wervershoof/Andijk –

Aanvulling op het MER

Grondwateronttrekking voor de klimaat- en gietwatervoorziening Het Grootslag – Gemeente Wervershoof/Andijk –

Aanvulling op het MER

Initiatiefnemer

Het Grootslag BV
Boslaan 123
8253 AJ DRONTEN
T 06 – 54 30 25 25
E hetgrootslagbv@12move.nl
Contactpersoon: dhr. drs. R. de Haan

Adviseur

IF Technology bv
Velperweg 37
Postbus 605
6800 AP ARNHEM
T 026 - 443 15 41
F 026 - 446 01 53
E info@iftechnology.nl
Contactpersonen: dhr. ir. M.M. van Aarssen
dhr. drs. B.C. Drijver
dhr. ir. J.C. Dijkhoorn

Aanleiding

Naar aanleiding van de toetsing van het MER voor de grondwateronttrekking voor de klimaat- en gietwatervoorziening van Het Grootslag heeft op 17 oktober 2009 overleg plaatsgevonden tussen de Commissie m.e.r. en de bij het MER betrokken partijen. Uit dit overleg is naar voren gekomen dat enkele verbeterpunten gewenst zijn om het MER volledig te maken. De punten waarop aanvulling gevraagd wordt zijn:

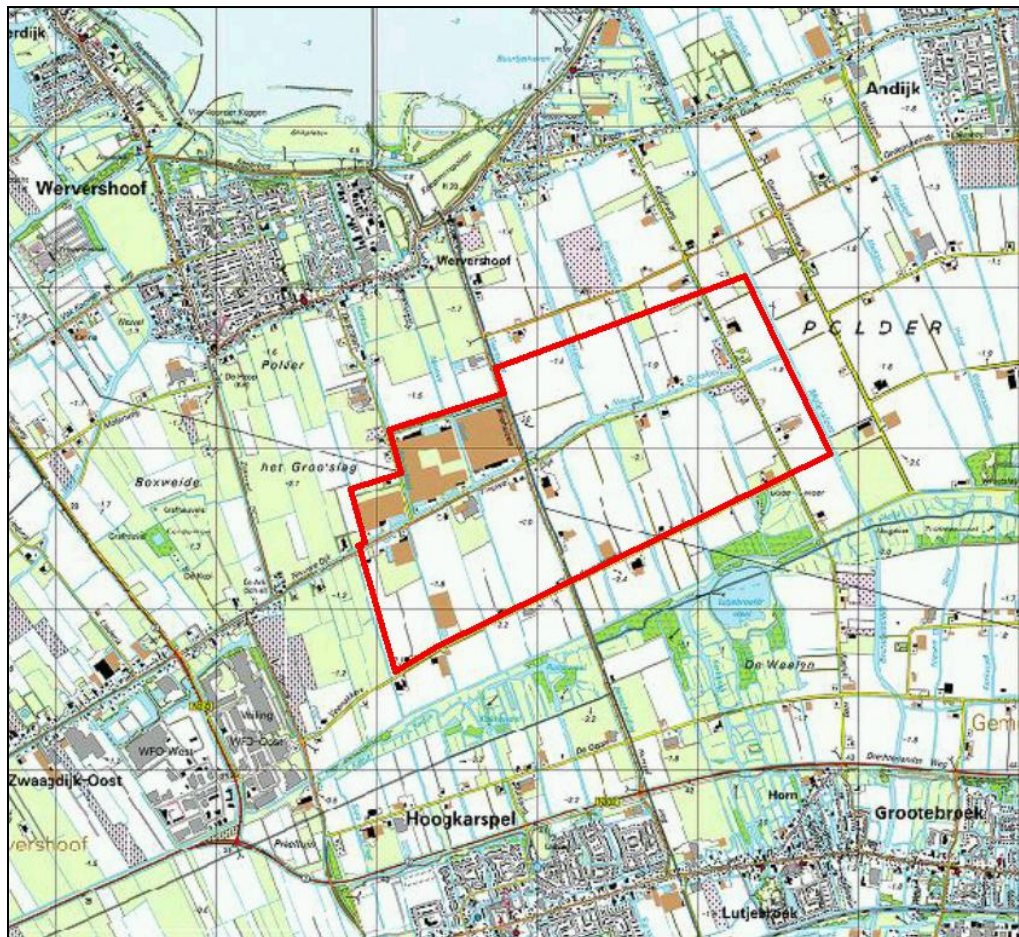
1. (de uitwerking van) de energie-effecten en de daaraan gekoppelde milieueffecten;
 2. enkele punten m.b.t. de (geo)hydrologie, chemie en situering van de bronnen.
- Ook geeft de Commissie aan dat de samenvatting van het MER een onvolledig en onjuist beeld van de energie-efficiency van WKO t.o.v. WKK geeft.

Het voorliggende rapport vormt de gevraagde aanvulling op het MER. Naast de punten 1 en 2 is ook een aangepaste samenvatting opgenomen.

Samenvatting

Het Grootslag

In de gemeenten Wervershoof en Andijk wordt het glastuinbouwgebied Het Grootslag ontwikkeld. De bruto oppervlakte van de ontwikkeling bedraagt 370 hectare, waarvan uiteindelijk ongeveer 230 hectare netto uit kassen zal bestaan. De overige 130 ha is bestemd voor onder andere water (bassins & oppervlaktewater), infrastructuur, woningen en groenvoorzieningen. In 1999 is begonnen met de bouw van de eerste kassen. Momenteel is 70 hectare kas gerealiseerd. In 2008 en 2009 wordt daar ongeveer 42 ha aan toegevoegd. In de jaren daarna zal het gebied worden afgebouwd door de zich vestigende tuinders met in totaal ongeveer 230 hectare glas.



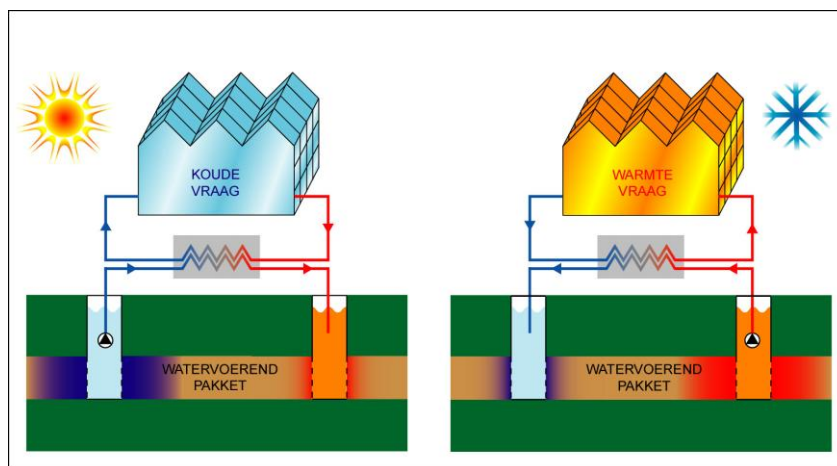
Ligging glastuinbouwgebied Het Grootslag (situatie 2003-2006)

Het voornemen

Het voornemen bestaat om gebruik te maken van de ondergrond voor de koeling, verwarming en de gietwatervoorziening van de kassen.

Koeling en verwarming

Momenteel wordt voor de verwarming van kassen op grote schaal gebruik gemaakt van aardgas. Een belangrijke doelstelling van de glastuinbouwsector is om de glastuinbouw duurzamer en minder afhankelijk van fossiele brandstoffen zoals aardgas te maken. Een belangrijk onderdeel in veel duurzame kasconcepten is ondergrondse energieopslag, ook wel koude-/warmteopslag genoemd (KWO). De verwachting is dan ook dat voor de klimaatvoorziening van de kassen steeds vaker gebruik zal worden gemaakt van KWO. Dit MER gaat uit van grootschalige toepassing van KWO in Het Grootslag.



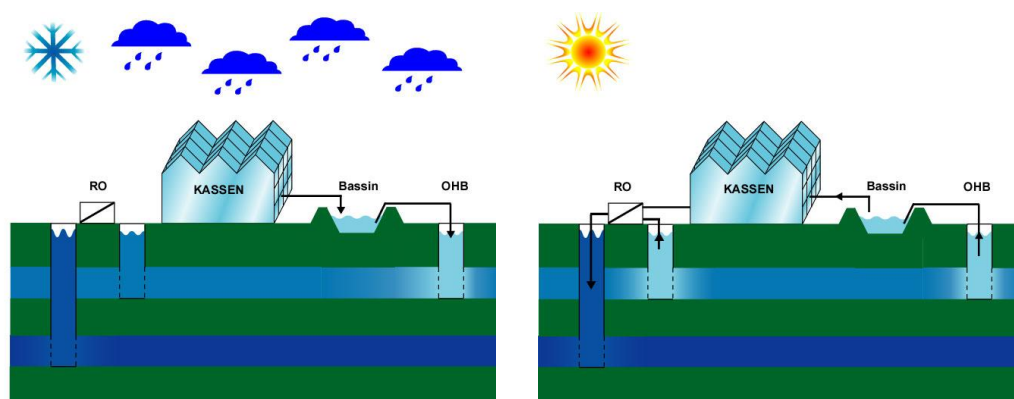
Schematische weergave ondergrondse energieopslag (KWO)

KWO maakt het mogelijk om het overschot aan warmte uit de zomerperiode te gebruiken in de winter door de warmte ondergronds op te slaan. De warmte wordt opgeslagen door de kas te koelen met grondwater en het opgewarmde grondwater in de bodem te infiltreren. Omgekeerd wordt in de winter koude opgeslagen door, al dan niet met behulp van warmtepompen, warmte te onttrekken aan het warme grondwater dat in de zomer is opgeslagen. In de zomer wordt dus gekoeld met winterkoude en wordt tegelijkertijd warmte opgeslagen. In de winter wordt verwarmd met zomerwarmte en wordt tegelijkertijd koude opgeslagen.

Gietwatervoorziening

Voor de gietwatervoorziening van de kassen zal zo veel mogelijk gebruik worden gemaakt van het hemelwater dat op de daken van de kassen valt en wordt opgeslagen in hemelwaterbassins naast de kassen. Bij een groot volume aan bassin per hectare kas, kan veel hemelwater worden geborgen. Bassins met voldoende bergingscapaciteit vragen echter veel kostbare ruimte en worden landschappelijk gezien als nadelig beschouwd. Bovendien is de bergingscapaciteit ook in grote bassins onvoldoende in natte periodes, waardoor waterverlies optreedt. Binnen Het Grootslag is daarom tevens rekening gehouden met de toepassing van ondergrondse hemelwaterberging (OHB).

Aangezien met alleen hemelwater niet aan de gietwatervraag kan worden voldaan, is een aanvullende bron van gietwater nodig. Het Grootslag gaat daarvoor uit van het onttrekken van grondwater en zuivering van dit water tot gietwaterkwaliteit. De zuivering vindt plaats met behulp van een omgekeerde osmose (RO) installatie. Hierbij wordt het te zuiveren water door een filter (membraan) geperst en ontstaan twee deelstromen die ongeveer even groot zijn, namelijk het gezuiverde water en het water dat over blijft. In het overgebleven water is het zoutgehalte ongeveer twee keer zo hoog als in het oorspronkelijke water. Dit overgebleven water wordt weer in de ondergrond geïnfiltreerd op grotere diepte, waar het grondwater zouter is dan het geïnfiltreerde water. Hierdoor treedt lokaal geen verzilting op. De volledige gietwatervraag in het glastuinbouwgebied wordt zodoende ingevuld door een combinatie van bassins, OHB en RO.



Schematische weergave van het gietwatersysteem in de winter/natte periode (links) en in de zomer/droge periode (rechts)

Uitgangspunten grondwateronttrekkingen

Voor het glastuinbouwgebied is de energievraag en de gietwatervraag berekend en is bepaald welk deel hiervan vanuit de ondergrond geleverd moet worden. Onderstaande tabellen geven een overzicht van de gehanteerde uitgangspunten.

Tabel S1 Samenvatting uitgangspunten KWO

Parameter	winter	zomer
maximale waterverplaatsing	76 miljoen m ³	65 miljoen m ³
gemiddelde waterverplaatsing	54 miljoen m ³	46 miljoen m ³
maximaal debiet	18.600 m ³ /uur	18.600 m ³ /uur
gemiddelde infiltratietemperatuur	7 - 12 °C	16 - 28 °C
gemiddelde temperatuurverschil	11 °C	13 °C
maximale/ minimale infiltratie temperatuur	5 °C	30 °C
gemiddeld verplaatste hoeveelheid energie	710.000 MWh _t	710.000 MWh _t
maximaal verplaatste hoeveelheid energie	1.000.000 MWh _t	1.000.000 MWh _t

Tabel S2 Samenvatting uitgangspunten RO en OHB

	RO *	OHB
onttrekkingscapaciteit per hectare kas [m ³ /uur]	5	2,5
onttrekkingscapaciteit hele gebied [m ³ /uur]	1.150	575
onttrekking per hectare kas [m ³ /jaar]	9.400	5.000
totale onttrekking hele gebied [m ³ /jaar]	2.162.000	1.150.000

* Van de onttrokken hoeveelheid wordt 50% geleverd als gietwater en de overige 50% wordt weer teruggebracht in de bodem (op grotere diepte).

In de tabellen is uitgegaan van de eindsituatie (alle geplande kassen gerealiseerd) en is aangenomen dat alle kassen maximaal gebruik maken van KWO, RO en OHB. In werkelijkheid is nog onzeker hoe de toepassing van KWO, RO en OHB zich zullen ontwikkelen. In dit MER is de maximaal denkbare situatie als uitgangspunt gekozen en zijn daarmee de grootste milieu-effecten die kunnen optreden gepresenteerd (worst-case situatie). Ook als alle kassen in het gebied gerealiseerd zijn, kunnen de milieu-effecten kleiner zijn dan in dit MER aangegeven (als nog niet voor de volle 100% gebruik wordt gemaakt van KWO, RO en OHB).

m.e.r.-procedure

Alle genoemde grondwateronttrekkingen zijn vergunningplichtig in het kader van de Grondwaterwet. Voor de infiltratie van het water dat over blijft bij de RO is een ontheffing in het kader van het Lozingenbesluit bodembescherming nodig. De provincie Noord-Holland is in beide gevallen het bevoegd gezag. De grondwateronttrekking die nodig is voor KWO is voor het gehele gebied vele malen groter dan 3 miljoen m³ per jaar en kan ook voor individuele bedrijven groter zijn dan 3 miljoen m³ per jaar. Dit betekent dat voor het verkrijgen van een vergunning Grondwaterwet een m.e.r.-procedure moet worden doorlopen.

Voor RO en OHB geldt voor de individuele bedrijven geen m.e.r.-plicht. Omdat deze onttrekkingen echter niet los gezien kunnen worden van de KWO, zijn de RO en OHB ook in deze m.e.r. betrokken.

Besloten is om deze m.e.r. niet individueel, maar gezamenlijk op te pakken via Het Grootslag BV. Het voorliggende document betreft het MER voor de grondwateronttrekkingen ten behoeve van de klimaat- en gietwatervoorziening van Het Grootslag.

Via het doorlopen van de m.e.r.-procedure worden besluitvormers, wettelijke adviseurs en andere betrokkenen (insprekers) op systematische en zorgvuldige wijze voorzien van zo objectief mogelijke informatie over de gevolgen van het voornemen voor het milieu. Deze informatie wordt gegeven in dit milieueffectrapport (MER). In het MER worden geen besluiten voorgesteld, maar wordt slechts de milieu-informatie verschaft, waardoor de besluitvormers het milieu op een evenwichtige wijze kunnen meenemen in hun besluitvorming.

Alternatieven

In het kader van het MER zijn voor de klimaatvoorziening drie alternatieven en een referentie-alternatief vastgesteld. Voor de gietwatervoorziening zijn geen alternatieven uitgewerkt. De belangrijkste variabele in de alternatieven voor de klimaatvoorziening met KWO is de situering van de putten. Uitgangspunt voor alle alternatieven is dat wordt vol-

daan aan de energievraag van het glastuinbouwgebied, dat ze praktisch uitvoerbaar zijn en inpasbaar zijn in het gebied. De alternatieven in dit MER zijn:

Alternatief 0 - Referentiesituatie voor de klimaatvoorziening

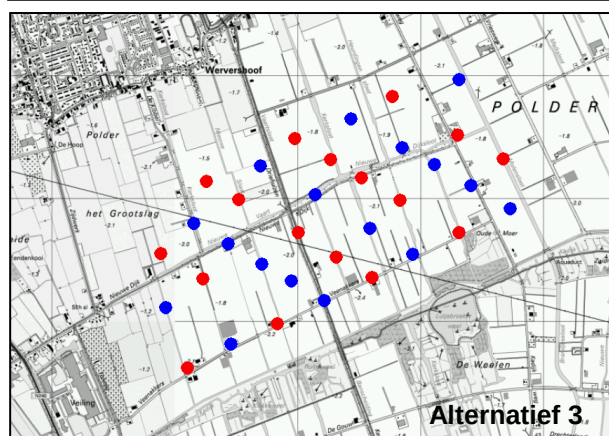
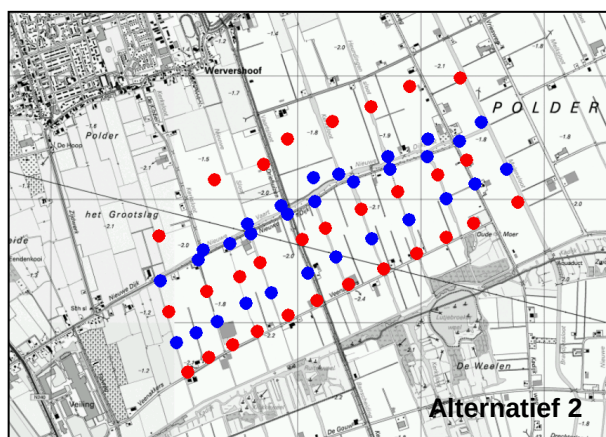
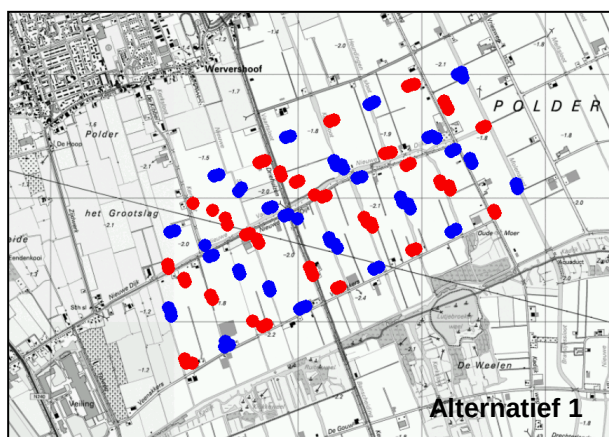
De referentiesituatie is de situatie zonder KWO en ook zonder koeling in de kassen. Voor de klimaatvoorziening van de kassen wordt gebruik gemaakt van aardgas. Daarbij levert de WKK de warmte voor gebruik in de kassen. Voor het opvangen van pieken in de warmtevraag en het verhogen van het aantal draaiuren van de WKK worden korte termijn (dag/nacht) buffers ingezet, naast eventuele gasgestookte piekketels.

Alternatief 1 - Toepassing KWO "Geohydrologisch optimaal"

Hierbij is gestreefd naar een zodanige positionering van de putten dat de veroorzaakte hydrologische effecten minimaal zijn.

Alternatief 2 - Toepassing KWO "Thermisch optimaal"

Hierbij is gestreefd naar een zodanige positionering van de putten dat de interactie tussen de opgeslagen koude en de opgeslagen warmte minimaal is en een zo hoog mogelijk thermisch rendement wordt behaald.



Kenmerken alternatieven

alternatief	kenmerken
0	- gebruik WKK (met piekkel)
1	- twee putten geclusterd - warme en koude putten afwisselend geplaatst
2	- warme en koude putten zo veel mogelijk clusteren in warme en koude stroken
3	- vier putten geclusterd - warme en koude putten afwisselend geplaatst

Locaties van de putten voor alternatief 1, 2 en 3. Een rode stip is een warme put en een blauwe stip een koude put.

Alternatief 3 - Toepassing KWO "Compromis"

Alternatief waarbij gestreefd wordt naar een optimaal compromis tussen het geohydrologisch optimale en het thermisch optimale alternatief. Het doel is een thermisch goed functionerend systeem dat wordt gecombineerd met relatief kleine hydrologische effecten.

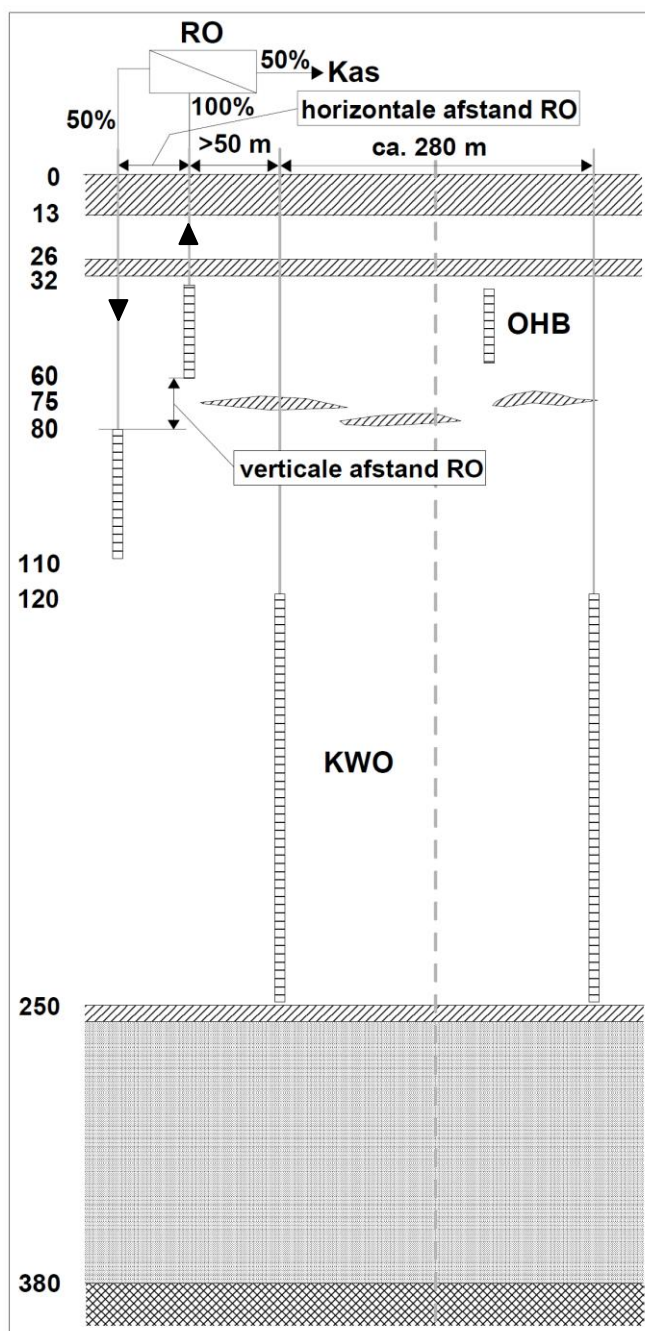
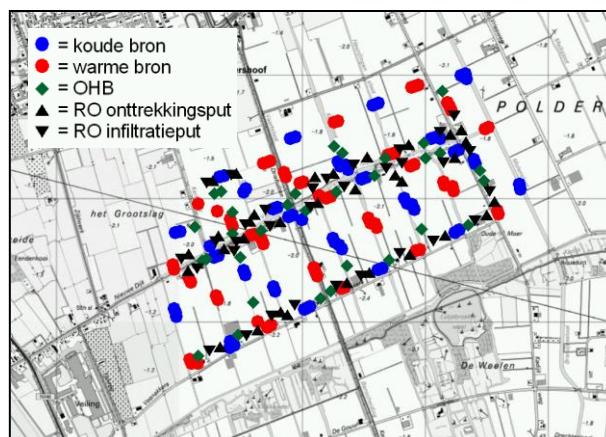
Ruimtelijke situering van de putten

Met dit MER wordt vergunning gevraagd voor alternatief 1. Voor de OHB en RO zijn geen alternatieven uitgewerkt, maar is met één set aan putlocaties gerekend. De locaties van de OHB en RO putten hebben nauwelijks invloed op de effecten naar de omgeving, maar zijn wel bepalend voor de interactie onderling. De locaties waarmee in dit MER is gerekend zijn hiernaast weergegeven (boven), in combinatie met de putlocaties van de KWO van alternatief 1. Tevens is een dwarsdoorsnede van de ondergrond opgenomen, waarin de situering van de verschillende putten in de diepte in beeld is gebracht.

Beoordeling alternatieven

Voor de verschillende alternatieven zijn de milieueffecten bepaald en beoordeeld. Aan de hand van alle beoordelingen is een totaalscore bepaald (zie Tabel S5). De onderbouwing van de totaalscore per onderdeel is samengevat in de tabellen S6 t/m S9.

Om de totaalscore in perspectief te kunnen plaatsen is ook de theoretische minimum en maximum score bepaald: de totaalscore voor de situatie dat alle aspecten als zeer negatief dan wel zeer positief worden beoordeeld. De theoretische minimum score bedraagt -30 en theoretische maximum score bedraagt +30. Een zeer negatieve score op alle onderdelen is echter niet realistisch. In



dit MER wordt de totaalscore als volgt beoordeeld:

-15 / +15 = zeer negatief / zeer positief -8 / +8 = negatief / positief
 -4 / +4 = licht negatief / licht positief 0 = neutraal

Tabel S5 Totaalbeoordeling alternatieven op milieueffecten (KWO, RO en OHB)

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
score hydrologische effecten	0	-1	-3	-1,5
score thermische effecten	0	+1	+1	+1
score gevolgen ondergronds ruimtegebruik	0	0	-0,5	-0,5
score energieverbruik en CO ₂ -emissie	0	+2	+2	+2
totaalscore	0	+2	-0,5	+1

Tabel S6 Overzicht beoordeling per alternatief van de gevolgen van de hydrologische effecten veroorzaakt door de KWO, RO en OHB

invloed op:	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
grondwaterstroming en grondwaterstand	0	0	-/0	0
kwaliteit grondwater en oppervlaktewater	0	0	0	0
bebouwing en infrastructuur	0	0	-	-/0
archeologische waarden	0	0	-/0	0
andere onttrekkingen	0	0	0	0
bodem- en grondwaterverontreinigingen	0	0	0	0
natuurwaarden	0	0	0	0
landbouw	0	0	0	0
interactie KWO, RO en OHB	0	-	-	-
totale score hydrologische effecten	0	-1	-3	-1,5

-- = zeer negatief; - = negatief; 0 = neutraal; + = positief; ++ = zeer positief

Tabel S7 Overzicht beoordeling per alternatief van de gevolgen van de thermische effecten veroorzaakt door de KWO

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
thermisch functioneren	0	+	+	+
invloed op grondwaterkwaliteit	0	0	0	0
invloed op ander onttrekkingen	0	0	0	0
invloed op natuur en landbouw	0	0	0	0
totale score thermische effecten	0	+1	+1	+1

-- = zeer negatief; - = negatief; 0 = neutraal; + = positief; ++ = zeer positief

Tabel S8 Beoordeling gevolgen KWO, RO en OHB voor ondergronds ruimtegebruik

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
gevolgen voor ondergrondse ruimtegebruik	0	0	-/0	-/0
totale score gevolgen ondergronds ruimtegebruik	0	0	-0,5	-0,5

-- = zeer negatief; - = negatief; 0 = neutraal; + = positief; ++ = zeer positief

Voor de beoordeling van de alternatieven op het vlak van energie en CO₂-emissies is geen onderscheidt gemaakt tussen de alternatieven 1, 2 en 3, omdat de energetische

verschillen als gevolg van de variërende bronposities nihil zijn (<2%). Daarmee scoren de alternatieven dus gelijk.

Tabel S9 Beoordeling energieverbruik en CO₂-emissie

aspect	referentie	KWO
energieverbruik en CO ₂ -emissie	0	++
totale score energieverbruik en CO ₂ -emissie	0	+2

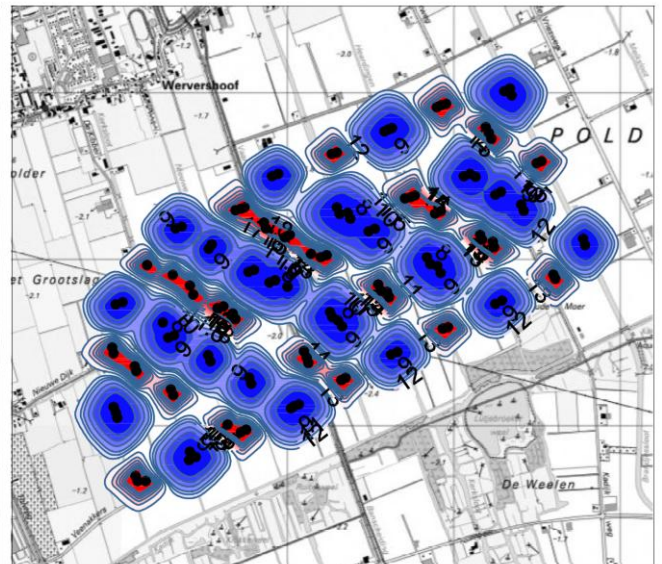
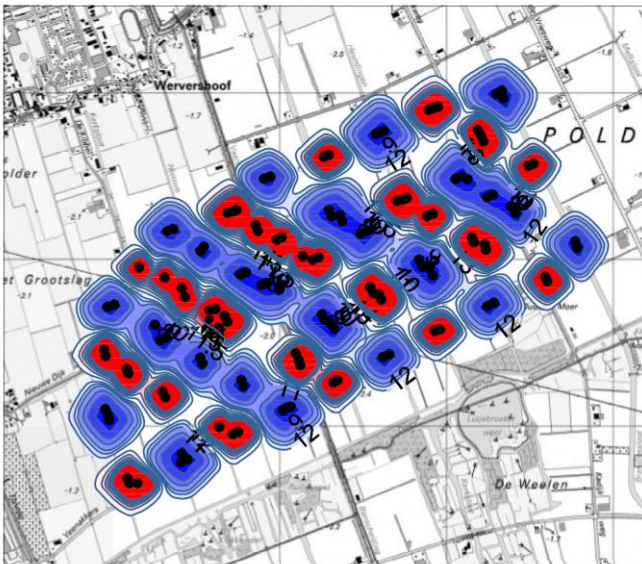
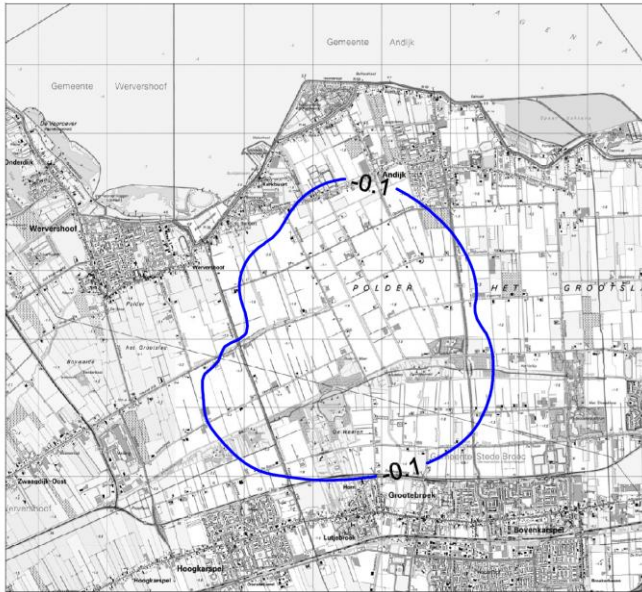
-- = zeer negatief; - = negatief; 0 = neutraal; + = positief; ++ = zeer positief

De totale score per alternatief geeft aan hoe milieuvriendelijk het alternatief is en hoe het alternatief zich verhoudt tot de referentie. Van de alternatieven met KWO heeft alternatief 1 de hoogste score (-2), maar de referentie heeft een hogere score (0). De referentie is daarmee het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA). Voor alternatief 1 wordt vergunning aangevraagd (voorkeursalternatief).

Effecten voorkeursalternatief

Met dit MER wordt vergunning gevraagd voor alternatief 1 ("geohydrologisch optimaal"). In dit MER zijn de effecten van dit alternatief bepaald voor alle belangen in de omgeving die beïnvloed kunnen worden. Deze effecten kunnen in de toekomst optreden als het voornemen voor de volle 100% wordt uitgevoerd. Onderstaande figuren tonen de belangrijkste effecten van de voorkeursalternatieven.

Voor het berekenen van de hydrologische effecten is een regionaal grondwatermodel gemaakt, dat is geijkt aan grondwaterstanden en stijghoogten die in het verleden zijn gemeten. Bij de berekeningen is gekozen voor een worst-case benadering: de effecten van de KWO zijn berekend voor de meest extreme situatie en de effecten van de OHB en RO zijn berekend voor de maanden dat de grootste onttrekking dan wel infiltratie plaatsvindt.



Linksboven en rechtsboven: Berekende maximale invloed op de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket (linksboven) en op de diepte van de KWO-putten (rechtsboven) in meters in de zomer (de maximale invloed op de grondwaterstand is kleiner dan 5 cm).

Linksonder en rechtsonder: Berekende temperatuur van het grondwater na 20 jaar KWO op de diepte van de KWO (links einde zomerseizoen en rechts einde winterseizoen).

In het kader van het MER is de invloed op de volgende aspecten/belangen beoordeeld:

- energieverbruik en CO₂-emissies
- grondwaterstand en grondwaterstroming
- kwaliteit van grond- en oppervlaktewater
- bebouwing en infrastructuur
- archeologische waarden
- andere onttrekkingen
- bodem- en grondwaterverontreinigingen
- natuurwaarden
- landbouw
- interactie KWO met RO en OHB binnen Het Grootslag
- gevolgen voor ondergronds ruimtegebruik

Over het algemeen is de invloed van de gekozen alternatieven zeer gering (zie ook beoordeling). De belangrijkste specifieke onderdelen zijn hieronder nader toegelicht.

Invloed op energieverbruik en CO₂-emissie

Als de elektriciteitsproductie door de WKK wordt betrokken, dan is het primair energieverbruik op macroschaal van de KWO 185% hoger dan dat van de referentie. Daarbij is al het energieverbruik voor de energieopwekking beschouwd, inclusief de elektriciteitsproductie door de WKK. De belangrijkste verklaring voor het feit dat de WKK duurzamer is dan de KWO is de grote hoeveelheid elektriciteit die wordt geproduceerd door de WKK's en wordt teruggeleverd aan het landelijk elektriciteitsnet. De elektriciteit die door de WKK's wordt geproduceerd hoeft niet meer door de elektriciteitscentrales te worden opgewekt en zorgt dus voor een beperking van het primair energieverbruik bij de elektriciteitscentrales.

Indien alleen de warmtelevering beschouwd wordt die vanuit de bodem via warmtepompen aan Het Grootslag geleverd wordt, kan door toepassing van KWO jaarlijks tot 40% op primaire energie bespaard worden. De bijbehorende verlaging van de CO₂-emissies bedraagt 28% (circa 83.000 ton). De besparing is gedefinieerd ten opzichte van de referentie met WKK's, waarbij de elektriciteitsproductie buiten beschouwing is gelaten. De verhouding van de geleverde primaire energie (warmte en koude) versus de benodigde energie voor de KWO is in dat geval 2,74.

De snelle ontwikkelingen op het gebied van de (semi)gesloten kas beginnen "vruchten af te werpen" en bieden zicht op een verhoging van de productie en een beperking van het energieverbruik in de (semi)gesloten kas. KWO heeft daardoor de potentie om duurzamer (energiezuiniger) te zijn dan de referentiekas.

Door het hogere primair energieverbruik van KWO, is ook de CO₂-uitstoot hoger dan de referentie. De CO₂-uitstoot van de referentie (WKK-variant) is zelfs negatief. De oorzaak hiervan is dat de elektriciteit die met de WKK's wordt opgewekt minder CO₂-uitstoot oplevert dan productie van dezelfde hoeveelheid elektriciteit met elektriciteitscentrales (voor een belangrijk deel kolengestookt). Op termijn wordt echter verwacht dat de landelijk elektriciteitsproductie efficiënter en duurzamer wordt, waardoor de gasloze oplossing de meest duurzame oplossing wordt en KWO duurzamer is dan toepassing van WKK.

Invloed op de grondwaterstand

De berekende maximale invloed van de voorgenomen grondwateronttrekkingen op de grondwaterstand is kleiner dan 5 cm. Er zal dan ook geen invloed zijn op grondwaterstandafhankelijke belangen, zoals bebouwing (er wordt geen grondwateroverlast veroorzaakt), landbouw, natuur en archeologische waarden.

Invloed KWO op grondwaterkwaliteit

Bij KWO wordt grondwater onttrokken uit het derde watervoerende pakket (tussen 120 en 250 m-mv) en op enige afstand weer op dezelfde diepte geïnfiltreerd. Hierbij treedt onomkeerbare menging van het zoute grondwater van verschillende dieptes op. In het bovenste deel van het filtertraject zal daardoor sprake zijn van een toename van het zoutgehalte (toename chloridegehalte van ca. 5.000 mg/l naar ca. 7.000 mg/l) en onderin van

een afname (afname chloridegehalte van ca. 9.000 mg/l naar ca. 7.000 mg/l). Deze menging blijft in eerste instantie beperkt tot de directe omgeving van de KWO putten en zal op de langere termijn in een groot deel van Het Grootslag zijn opgetreden. Aangezien het gemengde grondwater momenteel ook al zout is, wordt deze menging niet als bezwaarlijk beschouwd.

De invloed van de wijziging van de grondwatertemperatuur, die optreedt bij KWO, op de grondwaterkwaliteit is verwaarloosbaar.

Invloed OHB op grondwaterkwaliteit

Bij OHB wordt zoet hemelwater (met een zeer laag chloridegehalte) in de bodem gebracht en opgeslagen voor perioden dat sprake is van een watertekort. Hierbij worden maatregelen getroffen om verontreiniging van het te infiltreren water met bestrijdingsmiddelen te voorkomen. Het gedeelte van het infiltratiewater dat niet meer kan worden onttrokken, zorgt voor verzoeting van het grondwater, hetgeen gunstig is voor de kwaliteit van het water dat wordt onttrokken bij de RO.

Doordat de samenstelling van regenwater anders is dan van het grondwater, kunnen reacties optreden in de ondergrond. De belangrijkste reacties die veroorzaakt kunnen worden zijn kalkoplossing en oxidatie van organische stof en pyriet. Deze reacties blijven beperkt tot de directe omgeving van de putten. De zuurvorming die optreedt bij de oxidatiereacties leidt tot kalkoplossing en zorgt daardoor niet voor een sterke pH-verlaging.

Invloed RO op grondwaterkwaliteit

Bij toepassing van RO blijft ongeveer de helft van het onttrokken water bij de zuivering over. Het zoutgehalte in dit overgebleven water is ongeveer twee keer zo hoog als in het onttrokken water. Het overgebleven water wordt geïnfiltreerd op grotere diepte in het derde watervoerende pakket, waar het zoutgehalte van het grondwater hoger is dan dat van het infiltratiewater. Uit berekeningen blijkt dat het zoutgehalte van het onttrokken water na verloop van tijd zal toenemen en daarmee ook het zoutgehalte van het infiltratiewater. Desondanks blijft het zoutgehalte van het infiltratiewater lager dan het zoutgehalte op infiltratiediepte. Zodoende treedt bij de infiltratie geen verzilting van het grondwater op.

Bij de gekozen relatief lage recovery van 50% is het risico op verstopping van de membranen en de putten klein, zolang het concentraat bij stilstand tijdig wordt afgevoerd. Gebruik van chemicaliën om verstopping tegen te gaan is daardoor niet nodig. Neerslag van kalk kan wel optreden in het watervoerend pakket, maar hier is het beschikbare volume zodanig groot dat geen merkbaar effect optreedt.

Invloed op bebouwing en infrastructuur

Grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen kunnen van invloed zijn op bestaande bebouwing en infrastructuur via grondwateroverlast (te hoge grondwaterstanden), grondwateronderlast (nadelige invloed op houten paalfunderingen door te lage grondwaterstanden) en via zettingen (maaiveldzakking). Aangezien de invloed op de grondwaterstand verwaarloosbaar is, is grondwateroverlast en grondwateronderlast niet aan de orde.

Ook in de situatie zonder het voornemen treedt bodemdaling op. Op basis van onderzoek door het RIZA wordt voor het plangebied een autonome bodemdaling verwacht van 10 - 20 cm voor de periode 1999 - 2050. Deze bodemdaling wordt voor het overgrote deel veroorzaakt door oxidatie van veen als gevolg van blootstelling aan de lucht(zuurstof). Aangezien de invloed van het voornemen op de grondwaterstand verwaarloosbaar is, is ook de invloed op de oxidatie van het veen minimaal. Het voornemen kan wel zettingen veroorzaken door een afname van de waterdruk in de ondiepe bodemlagen. Deze zettingen zijn berekend op maximaal 0,9 cm. Ten opzichte van de nog te verwachten zetting van 10 à 20 cm en de in het verleden reeds opgetreden zettingen is dit zeer gering. Het voornemen zal dan ook geen schadelijke gevolgen hebben voor bebouwing of infrastructuur.

Invloed op andere onttrekkingen

De invloed van de KWO, RO en OHB reikt tot maximaal 3.300 m van het glastuinbouwgebied. Er is slechts één grondwateronttrekking, waar een stijghoogteverandering groter dan 10 cm kan optreden. Het gaat om een koude-/warmteopslag-recirculatiesysteem in Bovenkarspel, waar in de zomer een verlaging van maximaal 11 cm en in de winter een verhoging van maximaal 9 cm kan optreden. Deze stijghoogteveranderingen zijn zeer gering en hebben geen invloed op het functioneren van het koude-/warmteopslag-recirculatiesysteem.

Invloed op “De Weelen” en overige natuurwaarden

De maximale invloed van het voornemen op de grondwaterstand in “De Weelen” is kleiner dan 1 cm. Ook de kwel in “De Weelen” wordt niet noemenswaardig beïnvloed: het gehele jaar blijft meer dan 90% van de natuurlijke kwelstroom gehandhaafd. Het voornemen heeft dan ook geen nadelige invloed op de natuurwaarden in “De Weelen”. De overige natuurgebieden liggen op zodanige afstand dat ook hier geen nadelige invloed optreedt. Ook de natuurwaarden die buiten de natuurgebieden aanwezig zijn worden niet nadelig beïnvloed.

Thermische effecten

Als gevolg van de KWO wordt de temperatuur van het grondwater rond de KWO-putten beïnvloed. Na 20 jaar KWO kan een temperatuurverandering van 0,5 °C optreden tot maximaal 220 m buiten Het Grootslag. Binnen het thermische invloedsgebied bevinden zich geen andere grondwatergebruikers. De temperatuurveranderingen die de KWO in de ondergrond veroorzaakt hebben aan maaiveld geen effect.

Gevolgen voor ondergronds ruimtegebruik

De invloed van het voornemen op de grondwaterstand en stijghoogte kan beperkingen opleveren voor eventuele nieuwe initiatieven op het gebied van ondergronds ruimtegebruik. Gezien de zeer geringe invloed op de grondwaterstand is geen sprake van hinder voor eventuele initiatieven op het gebied van ondergrondse infrastructuur.

Eventuele initiatieven op het gebied van ondergronds ruimtegebruik in de omgeving zullen naar verwachting vooral bestaan uit grondwateronttrekkingen. Als een nieuwe grondwateronttrekking geen nadelige invloed heeft op de KWO, RO en OHB uit dit MER en rekening houdt met de effecten daarvan, zijn er voor nieuwe grondwateronttrekkingen geen belemmeringen. Alleen op zeer korte afstand van Het Grootslag (enkele honderden meters) kunnen belemmeringen optreden. Bij een eventuele nieuwe KWO kan echter ook sprake zijn van wederzijds voordeel, als kan worden aangesloten op de ordening van de KWO in het glastuinbouwgebied.

Inhoudsopgave

1	Energie- en milieueffecten.....	18
1.1	Inleiding.....	18
1.2	Energieverbruik.....	20
1.2.1	Referentievariant.....	20
1.2.2	Koude-/warmteopslag.....	20
1.2.3	Energieverbruik per eenheid product.....	22
1.3	Beschrijving ontwikkelingen.....	22
1.4	CO ₂ -bemesting.....	23
1.5	Waarborgen energiebalans.....	23
1.6	Conclusie.....	23
2	Overige punten.....	25
2.1	Kalibratie.....	25
2.1.1	Probleemstelling.....	25
2.1.2	Betrouwbaarheid grondwatermodel.....	25
2.1.3	Onzekerheden.....	29
2.2	Ruimtelijke situering bronnen.....	30
2.2.1	Posities bronnen.....	30
2.3	RO in combinatie met de lozing van brijn.....	32
2.3.1	Chloride vraagstuk.....	32
2.3.2	Indikkings-effect ten aanzien van andere mineralen.....	36
2.3.3	Neerslag van mineralen en gebruik “anti-scalents”.....	37
2.3.4	Effecten van geïnfiltreerd regenwater op de bodemchemie.....	39
2.4	Stortplaats.....	42
2.5	Effecten van onbalans.....	43

1 Energie- en milieueffecten

1.1 Inleiding

Achtergrond opzet Masterplan

Na overleg met de MER-commissie betreffende het MER, bestaat de behoefte aan een korte uitwerking van het energieconcept dat ten grondslag ligt aan de vraag naar KWO in glastuinbouwgebied 'Het Grootslag'. Deze uiteenzetting is niet uitputtend, vooral niet omdat het concept van energiewinning uit kassen, de opslag van deze energie en de toepassing van deze energie, nog volop in ontwikkeling is. Op basis van de huidige kennis is een concept ontwikkeld waar een vergunning in het kader van de Grondwaterwet op kan worden aangevraagd. Hiermee kunnen individuele tuinders op bedrijfsniveau plannen ontwikkelen en uitvoeren. Tevens kunnen nieuwe inzichten hierin worden geïntegreerd.

De noodzaak om op dit moment voor het gebied een vergunning aan te vragen komt uit de wetenschap dat behoeften en wensen op individueel bedrijfsniveau kunnen conflicteren met andere bedrijven. Om die reden wil de provincie Noord-Holland alleen een vergunning verstrekken op basis van een Masterplan voor het gehele plangebied van 'Het Grootslag'. De tuinders uit het glastuinbouwgebied zijn betrokken bij het opstellen van het Masterplan KWO om inbreng te leveren bij de afstemming van het gebruik van de ondergrond.

Randvoorwaarden energieconcept met toepassing KWO

- a. Eis provincie Noord-Holland: energiebalans
Voor het gebruik van de ondergrond stelt de provincie Noord-Holland dat geen verstoring of verandering in de ondergrond mag plaats vinden. Dit wordt uitgewerkt bij de vergunningverlening met de eis dat er balans moet zijn tussen opslag en onttrekking van energie in de ondergrond.
Deze eis maakt ook onderdeel uit van de monitoringsgegevens die volgens de ontwerpbeschikking jaarlijks moeten worden aangeleverd.
- b. Energiebehoefte
Het gebruik van de opgeslagen energie bepaalt hoeveel energie in de bodem kan worden opgeslagen (balans). Gebruikers van energie zijn eerst glastuinbouwbedrijven zelf. Daarnaast kunnen andere gebruikers worden aangetrokken. Gedacht kan worden aan nieuw aan te leggen woningbouwlocaties, kantoorgebouwen of andere bedrijven met een grote energiebehoefte.
In de directe omgeving van glastuinbouwgebied 'Het Grootslag', zijn dit soort externe vragers van energie niet voorhanden. De energiebehoefte gaat dan ook uit van de glastuinbouwbedrijven zelf.
- c. Afstemming bedrijfsniveau op plangebiedniveau.
De beschikbare ruimte in de ondergrond voor opslag energie, hemelwater en toepassing omgekeerde osmose, is beperkt. Doordat in het plangebied meerdere glastuinbouwbedrijven aanwezig zijn, moeten afspraken worden vastgelegd op

welke wijze individuele bedrijven gebruik kunnen maken van de ondergrond, zonder de mogelijkheden van de buurman te beperken. Dit is de afstemming van bedrijfsniveau op plangebiedniveau. Op basis van deze beperkingen in het gebruik van de ondergrond kan er ook uitwisseling plaats vinden tussen individuele bedrijven. Voorwaarde hiervoor is energiebalans op gecombineerd bedrijfsniveau.

Deze randvoorwaarden bepalen de uitwerking van een energiesysteem gebaseerd op de toepassing van een Koude- en Warmte opslag op het individuele glastuinbouwbedrijf in 'Het Grootslag'.

Hoe ziet dat energiesysteem op bedrijfsniveau er ongeveer uit?

De energievraag van de glastuinbouwproducten is bekend en komt overeen met het equivalent van 30 tot 50 m³ aardgas per m² kas per jaar. De energievraag is afhankelijk van de teelt en het gebruikte teeltsysteem. Aangenomen is dat de huidige systemen van Koude- en Warmte opslag redelijk kapitaal intensief zijn. Uitgangspunt is dat de basis last wordt geproduceerd door het KWO-systeem en dat pieklasten in de energievraag worden gedekt met WKK of gasketel. Deze combinatie van energiesystemen vergroot de robuustheid van het energieconcept en daarmee de bedrijfsbasis.

Op basis van deze aannames wordt ongeveer 1/3 van de kassen ingericht als semigesloten kas en blijven de andere kassen traditioneel ingericht. Het KWO-systeem voorziet het gehele glastuinbouwbedrijf van energie, dus ook de overige 2/3 van de kassen die 'traditioneel' zijn uitgevoerd (niet semi-gesloten).

Het managen van individueel- en plangebied?

Het voorgaande maakt duidelijk dat er interactie plaats vindt tussen bedrijfsniveau en omgeving. Om deze interactie te kunnen managen is de telersvereniging 'Het Grootslag' opgericht. Deze telersvereniging is eigenaar en beheerder van de gebiedsvergunning welke door de provincie Noord-Holland wordt verleend. De individuele bedrijven worden lid van de telersvereniging en verkrijgen daarmee toegang tot de rechten en plichten ten aanzien van gebruik van de ondergrond in 'Het Grootslag'.

De telersvereniging verstrekt aan de provincie Noord-Holland de monitoringsgegevens welke zijn gebaseerd op door de individuele bedrijven verstrekte bedrijfsgegevens.

De individuele leden van de vereniging krijgen gebruiksrechten, op basis van de hoofdvergunning van provincie Noord-Holland. De vereniging stuurt de leden hierin aan.

Aanvullende berekeningen energie

Op basis van de energievisie bij het MER zijn KWO kassen, uitgedrukt in primair brandstofverbruik en nationale CO₂-uitstoot per eenheid product, minder duurzaam dan de referentie-kas met WKK. Dit is in het MER niet eenduidig gepresenteerd en zal worden aangepast in deze aanvulling. Deze aanvulling richt zich verder op de ontwikkelingen die kunnen bijdragen aan het verduurzamen van kassen met KWO. Deze ontwikkelingen worden slechts kwalitatief omschreven, omdat erg veel afhangt van de toekomstige ontwikkelingen en deze slecht te voorspellen zijn.

Voor het bepalen van de energiebesparing en de CO₂-emissiereductie zijn in deze aanvulling dezelfde uitgangspunten gehanteerd als in het MER (zie tabel 1.1). De enige aanpassing die is doorgevoerd is het rendement van elektriciteitscentrales, zie bronverwij-

zing. Er is voor alle componenten en rendementen gerekend met de onderste verbrandingswaarde, waardoor de onderlinge vergelijking consequent is.

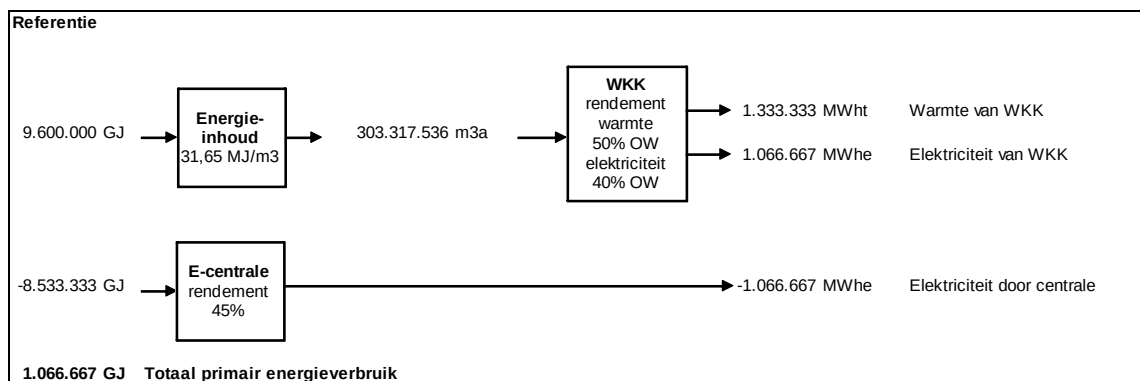
Tabel 1.1 Uitgangspunten voor bepaling energiebesparing en CO₂ emissiereductie

Component	waarde	eenheid
rendement elektriciteitscentrale ¹	45	% op onderwaarde
onderste verbrandingswaarde aardgas	31,65	MJ/m ³ aardgas
SPF compressie koelmachine	3,5	-
SPF koude-/warmteopslag	40	-
SPF warmtepomp	4,0	-
rendement WKK voor warmteproductie	50%	% op onderwaarde
rendement WKK voor elektriciteitproductie	40%	% op onderwaarde
CO ₂ emissiefactor elektriciteitsproductie ¹	0,566	kg/kWh _e
CO ₂ emissiefactor aardgas verbranding	1,780	kg/m ³ aardgas

1.2 Energieverbruik

1.2.1 Referentievariant

In figuur 1.1 is de berekening van het primair energieverbruik van de referentievariant weergegeven. Daarbij is tevens het energieverbruik opgenomen dat nodig is om de elektriciteit die de WKK genereert (in combinatie met de warmte) op te wekken in een elektriciteitscentrale. Het overall energieverbruik voor Het Grootslag neemt hierdoor fors af. In het MER is de vertaling naar macroschaal ook uitgewerkt in paragraaf 5.1.4 onder macro-emissies.

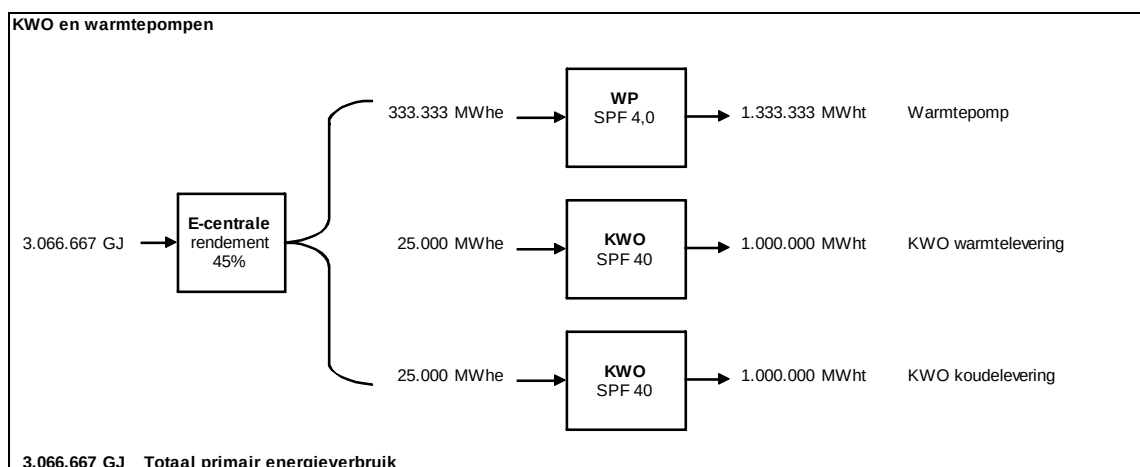


Figuur 1.1 Primair energieverbruik referentievariant

1.2.2 Koude-/warmteopslag

In figuur 1.2 is de berekening van het primair energieverbruik van de KWO-variant weergegeven.

¹ Bron: zie monitoring Nederlandse elektriciteitscentrales 2000-2004



Figuur 1.2 Primair energieverbruik KWO-variant

Aan de hand van de in figuur 1.1 en figuur 1.2 weergegeven berekeningsresultaten is voor de referentievariant en voor de KWO-variant de CO₂-emissie berekend. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de energieverbruiken en de CO₂-emissies voor de beide varianten. Daarbij is het energieverbruik voor de warmtelevering, de koudelevering (alleen in de KWO-variant) en de elektriciteitsopwekking meegenomen. Elektriciteitsverbruik voor belichting en hulpenergie voor pompen, distributie, etc. is niet meegenomen in de vergelijking.

Tabel 1.2 Energieverbruiken en (macro)emissies

		referentie	KWO	verschil
gasverbruik	m ³ /jaar	303.317.536	0	-
elektriciteitsverbruik	MWh/jaar	-1.066.667	383.333	-
primair energieverbruik	GJ/jaar	1.066.667	3.066.667	-2.000.000
CO ₂ -(macro)emissie	ton/jaar	-63.828	216.967	-280.795

Uit bovenstaande tabel blijkt dat in de KWO-variant geen energiebesparing optreedt, maar een stijging van het primair energieverbruik met circa 185%. De negatieve emissie bij de referentie wordt verklaard doordat de elektriciteit die wordt geproduceerd met de WKK in mindering is gebracht op de elektriciteitsproductie door de elektriciteitscentrale (er wordt minder elektriciteit afgenomen).

In onderstaande tabel is op basis van tabel 1.2 een aangepaste score ten opzichte van het MER gegeven van de KWO-variant versus de referentie.

Tabel 1.3 Beoordeling energieverbruik en CO₂-(macro)emissie

aspect	referentie	KWO
primaire energieverbruik	0	--
CO ₂ -(macro)emissie	0	--
totale beoordeling	0	--

-- = zeer negatief; - = negatief; 0 = neutraal; + = positief; ++ = zeer positief

1.2.3 Energieverbruik per eenheid product

De berekeningen van het energieverbruik en de CO₂-emissies zijn uitgevoerd voor het geheel Grootslag, te weten netto 230 hectare kassen. Indien wordt uitgegaan van een gemiddelde productopbrengst van 40 kg/m², dan wordt in het gebied jaarlijks 92.000 ton geproduceerd. In tabel 1.4 is het energieverbruik per eenheid product weergegeven.

Tevens zijn twee varianten toegevoegd waarbij de energieprestatie is verbeterd voor het KWO-concept. Enerzijds doordat de energieopwekking een hoger rendement krijgt (KWO+), anderzijds doordat naast het verhoogde opwekkingsrendement ook wordt uitgegaan van een verhoogde productie in de KWO kas (KWO++). Het betreft de volgende varianten:

1. WKK-variant als referentie
2. KWO-variant zoals beoordeeld in het MER
3. KWO+ variant waarbij de KWO-variant net zo duurzaam is als de referentie
4. KWO++ variant waarbij de KWO-kas substantieel (>25%) duurzamer is.

Tabel 1.4 Energieverbruik per eenheid product en mogelijke optimalisatie

		referentie	KWO	KWO+	KWO++
overall SPF		4,50	1,57	4,50	5,25
primair energieverbruik	GJ/jaar	1.066.667	4.170.666	1.066.667	914.286
CO ₂ -emissie	ton/jaar	63.828	295.075	75.467	64.686
vergroting opbrengst	%	0%	0%	0%	15%
opbrengst gewassen	ton/jaar	92.000	92.000	92.000	105.800
primair energieverbruik	GJ/ton	11,6	45,3	11,6	8,6
verbetering energieverbruik	%		-291%	0%	25%

In de navolgende paragraaf worden enkele ontwikkelingen genoemd welke kunnen bijdragen aan het realiseren van de hierboven aangegeven verduurzaming.

1.3 Beschrijving ontwikkelingen

De volgende ontwikkelingen kunnen bijdragen aan een verduurzaming van kassen met KWO:

1. Meeropbrengst KWO kassen ten opzichte van WKK kassen en daarmee een vermindering van het relatieve energieverbruik per eenheid product.
2. Lagere toepassingstemperatuur van de warmte in de kassen en daarmee minder verbruik van elektriciteit voor warmtepompen.
3. Efficiëntere manieren van warmteoverdracht in de kas en daarmee ene mogelijk lagere inzet van de warmtepompen en dus minder elektriciteitsverbruik voor dit onderdeel.
4. Betere regelingen en aansturing van alle systemen in de KWO-kas. De ontwikkeling staat nog aan het begin van de leercurve en door beter te sturen kan naar verwachting nog veel bespaard worden.
5. Opwekking van groene stroom in of op de kassen. Er zijn veel ontwikkelingen gaande op het gebied van elektriciteitsopwekking via transparate PV-technieken (Photo Voltaïsch). Daarbij wordt onderzocht in hoeverre kassen uitgerust kunnen worden met PV-panelen die wel elektriciteit opwekken, maar het benodigde licht voor de plantengroei niet tegenhouden. Hiermee zal ook de warmteopbrengst per

hectare (semi)gesloten kas afnemen en kan daardoor een groter deel van de kassen (semi)gesloten worden uitgevoerd.

1.4 CO₂-bemesting

Nadeel van een (semi)gesloten kas voorzien van warmte via warmtepompen en WKO is dat de benodigde CO₂ voor de groei niet als reststroom met de warmte meekomt, zoals bij de WKK. Op termijn dient er dus een alternatieve CO₂-voorziening te zijn.

De invoering van de (semi)gesloten kas zal niet ineens gaan, maar gefaseerd. Zodoende kunnen WKK's nog geruime tijd een deel van de CO₂ leveren. Daarnaast zijn er verschillende opties voor de CO₂ voorziening, zoals:

1. Vanuit WKK in een mixed kas;
2. externe levering, bijvoorbeeld via een collectief net zoals OCAP in het Westland;
3. CO₂ reststroom uit biomassavergisting;
4. CO₂ productie uit de lucht via scheiding.

Behalve optie 1 is nog geen van de bovenstaande opties is momenteel concreet. Gezien het tijdspad van de ontwikkelingen is de verwachting dat er een oplossing voor de CO₂-voorziening is voordat het een onoverkomelijk probleem is.

1.5 Waarborgen energiebalans

De KWO zal energetisch in balans moeten zijn. Dit is het uitgangspunt geweest voor het MER. De kassen op Het Grootslag worden (deels) verwarmd met warmtepompen en WKO. In de zomer wordt zoveel warmte ingevangen (door het leveren van koeling) dat de energiebalans hersteld wordt. Er zijn dus geen volledig gesloten kassen voorzien, aangezien dit een grote onbalans zou creëren. Juist de combinatie van semi-gesloten kassen (ca. 1/3 van het areaal) met conventionele kassen (ca. 2/3 van het areaal) zorgt voor een borging van de energiebalans in de praktijk. Daarnaast zal sturing plaatsvinden via de mate waarin de kassen gesloten worden gehouden: meer gesloten houden geeft een hogere warmteopbrengst en minder gesloten houden een lagere warmteopbrengst.

Vanuit juridisch oogpunt ligt de verantwoordelijkheid van handhaving energiebalans bij de individuele kwekers welke voortvloeit uit de vergunningvoorschriften die samenhangen met de toestemming die zij krijgen voor gebruik van het grondwater. De bedrijven zijn individueel zo groot dat verwacht mag worden dat de balans door middel van verschillende afdelingen binnen de bedrijven te handhaven is. Daarnaast ligt er een taak voor de telersvereniging en de Provincie om hierop toe te zien, zie ook paragraaf 1.1.

1.6 Conclusie

De ontwikkelingen met betrekking tot KWO gaan snel. Op basis van de resultaten die afgelopen jaren zijn bereikt komt het kantelpunt waarbij KWO duurzamer wordt dan de referentiekas dichterbij. Dit moet echter nog wel worden bewezen op een representatieve schaal en voor de onderscheidende teelten. Momenteel wordt veel ervaring opgedaan met de technieken rondom KWO en de teeltstrategie en verwacht mag worden dat dit wordt voortgezet. De toepassing van KWO in combinatie met bijvoorbeeld een datacentre

of een andere partij die relatief hoogwaardige warmte uit KWO kan leveren biedt ook grote kansen om het elektraverbruik nog verder terug te dringen.

Kortom KWO heeft de potentie duurzamer (energiezuiniger) te zijn dan de referentiekas, maar dit dient wel per specifieke toepassing te worden beoordeeld. Deze beoordeling krijgt het automatisch, omdat in deze de belangen qua ecologische duurzaamheid parallel lopen met de economische duurzaamheid (elektra/energie is kostbaar). In de praktijk worden hier dan ook geen tegenstrijdige belangen of oneigenlijke keuzen verwacht.

2 Overige punten

2.1 Kalibratie

2.1.1 Probleemstelling

Het MER dient als basis voor de aanvraag van een vergunning Grondwaterwet van grote omvang. Het is daarom belangrijk de hydrologische effecten van deze grootschalige ont-trekking en infiltratie goed te berekenen. De Commissie m.e.r. geeft aan dat de beschrij-ving in het MER van de wijze waarop de kalibratie heeft plaatsgevonden onvoldoende navolgbaar is. Dit roept de vraag op of het gebruikte model voldoende betrouwbaar is om de hydrologische effecten te kunnen voorspellen. In dit kader wordt gevraagd naar een bandbreedte-benadering (of onzekerheidsmarge). Tevens wordt gevraagd om de invloed op de ecologie nader te onderzoeken als uit deze beschouwing blijkt dat er grote onze-kerheden bestaan.

2.1.2 Betrouwbaarheid grondwatermodel

Invoergegevens

Het in het MER gebruikte grondwatermodel is gemaakt voor het project Agriport A7 en Het Grootslag. Bij het vervaardigen van het grondwatermodel is gebruik gemaakt van informatie uit REGIS, aangevuld met informatie uit de kwel- en infiltratiekaart van Noord-Holland [Lit. 3]. Hierbij moet worden opgemerkt, dat de doorlaatvermogens van de wa-tervoerende pakketten 2A, 2B en 3 vooraf met een factor 2 zijn vermenigvuldigd, op basis van andere, meer betrouwbare informatie (zie bijlage 6 van het MER).

Modelkalibratie

In het kader van de modelkalibratie is een groot aantal berekeningen uitgevoerd en zijn enkele aanpassingen aan het grondwatermodel doorgevoerd, om tot een acceptabel resultaat te komen. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de uitgevoerde berekeningen en de doorgevoerde aanpassingen.

Tabel 2.1 Overzicht berekeningen in het kader van de modelkalibratie

model A	kalibratie op	deelgebied
berekening A1	- weerstand deklaag	- plaatsen waar de deklaag dunner is dan de diepte van de vaarten, maar dikker dan de diepte van de tochten en sloten
berekening A2	- weerstand deklaag - weerstand deklaag	- plaatsen waar de deklaag dunner is dan de diepte van de vaarten - plaatsen waar de dikte van de deklaag onvoldoende is om wellen te voorkomen
berekening A3	- weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand deklaag	- plaatsen waar de deklaag dunner is dan de diepte van de vaarten - plaatsen waar de dikte van de deklaag onvoldoende is om wellen te voorkomen - plaatsen waar basisveen aanwezig is
model B Aanpassing t.o.v. model A: expliciet inbrengen van de vaarten en tochten, op de plaatsen waar ze de door de deklaag snijden of waar wellen verwacht mogen worden		
berekening B1	- weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand 1 ^e sch. laag - weerstand lok. sch. laag - weerstand 2 ^e sch. laag	- gebieden waar wellen in sloten verwacht worden - plaatsen waar basisveen aanwezig is - IJsselmeer en Waddenzee - overige gebieden - gehele modelgebied - gehele modelgebied - gehele modelgebied
berekening B2	- weerstand deklaag	- gebieden waar wellen in sloten verwacht worden
berekening B3	- weerstand deklaag - doorlaatvermogen WVP3 - weerstand lok. sch. laag - weerstand 2 ^e sch. laag	- gebieden waar wellen in sloten verwacht worden - gehele modelgebied - gehele modelgebied - gehele modelgebied
model C Aanpassing t.o.v. model B: Detailaanpassing aan de ligging van de grens tussen het IJsselmeer en de Wieringermeerpolder		
berekening C1	- weerstand deklaag	- plaatsen waar basisveen aanwezig is
berekening C2	- weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand 1 ^e sch. laag	- plaatsen waar basisveen aanwezig is - delen IJsselmeer met initiële deklaagweerstand groter dan 25.000 d - plaatsen waar de deklaag dunner is dan de diepte van de vaarten - plaatsen waar de dikte van de deklaag onvoldoende is om wellen te voorkomen - gehele modelgebied
berekening C3	- weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand 1 ^e sch. laag - weerstand lok. sch. laag - weerstand 2 ^e sch. laag	- plaatsen waar basisveen aanwezig is - plaatsen waar de dikte van de deklaag onvoldoende is om wellen te voorkomen - gehele modelgebied - gehele modelgebied - gehele modelgebied
model D Aanpassing t.o.v. model C: Aanpassing deklaagweerstand (100 * wortel deklaagweerstand)		
berekening D1	- weerstand deklaag - weerstand 1 ^e sch. laag	- gehele modelgebied - gehele modelgebied
berekening D2	- weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand deklaag	- Wieringermeer - deelgebied Grootslag - overige gebieden

	- weerstand 1 ^e sch. laag - weerstand 1 ^e sch. laag - weerstand 1 ^e sch. laag	- Wieringermeer - deelgebied Grootslag - overige gebieden
model E Aanpassing t.o.v. model D: Deelgebieden gedefinieerd voor separate kalibratie		
berekening E1	- weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand 1 ^e sch. laag - weerstand 1 ^e sch. laag - weerstand 1 ^e sch. laag - weerstand lok. sch. laag - weerstand 2 ^e sch. laag	- Wieringermeer - deelgebied Grootslag - overige gebieden - Wieringermeer - deelgebied Grootslag - overige gebieden - gehele modelgebied - gehele modelgebied
berekening E2	- weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand 1 ^e sch. laag - weerstand 1 ^e sch. laag - weerstand 1 ^e sch. laag - weerstand lok. sch. laag - weerstand 2 ^e sch. laag	- Wieringermeer - deelgebied Grootslag - overige gebieden - daar waar wellen in vaarten verwacht worden - Wieringermeer - deelgebied Grootslag - overige gebieden - gehele modelgebied - gehele modelgebied
model F Aanpassing t.o.v. model E: op plaatsen waar scheidende lagen ontbreken zijn de weerstandswaarden > 5 dagen voor de betreffende modellagen aangepast naar 5 dagen		
berekening F1	- weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand 1 ^e sch. laag - weerstand 1 ^e sch. laag - weerstand 1 ^e sch. laag - weerstand lok. sch. laag - weerstand 2 ^e sch. laag	- Wieringermeer - deelgebied Grootslag - overige gebieden - daar waar wellen in vaarten verwacht worden - Wieringermeer - deelgebied Grootslag - overige gebieden - gehele modelgebied - gehele modelgebied
berekening F2	- drainageweerstand - drainageweerstand - drainageweerstand - weerstand deklaag - weerstand deklaag - weerstand lok. sch. laag - weerstand 2 ^e sch. laag	- Wieringermeer (resultaat aangehouden: 193,5 %) - deelgebied Grootslag (aangepast naar 30%) - overige gebieden (resultaat aangehouden: 255,6 %) - Wieringermeer (resultaat aangehouden: 19,3 %) - deelgebied Grootslag - overige gebieden (aangehouden: 66,9 %) - hele modelgebied (resultaat aangehouden: 4,4 %) - hele modelgebied (resultaat aangehouden: 0,6%)
berekening F3	gemarkeerde aanpassingen uit berekening F2 doorgevoerd, alleen optimalisatie voor: - weerstand deklaag	- deelgebied Grootslag (resultaat aangehouden: 18,2 %)

Het resultaat na kalibratie van model F3 is gebruikt als grondwatermodel in het MER

Argumenten om dit model als voldoende betrouwbaar te beschouwen zijn:

- De gemiddelde absolute fout is in alle watervoerende pakketten kleiner dan 25 cm. Als criterium bij de selectie van peilbuizen voor de kalibratie is ook 25 cm gebruikt: alleen peilbuizen waarin het verschil tussen de zoetwaterstijghoogte en de gemeten stijg-

hoogte kleiner is dan 25 cm zijn voor de kalibratie gebruikt. Een deel van de resterende fouten is dan ook uit dichtheidsverschillen te verklaren;

- De grootste afwijkingen treden op in het eerste watervoerende pakket. De verschillen vertonen in dit pakket geen systematiek: de verschillen lijken willekeurig (zie figuur B7.10 uit bijlage 7 van het MER). Dit betekent dat verdere optimalisatie niet of nauwelijks verbetering zal opleveren;
- Doel van het grondwatermodel is niet het exact kunnen berekenen van de grondwaterstanden en stijghoogten, maar het berekenen van de invloed van de voorgenomen ingrepen op de grondwaterstand en stijghoogte. Voor dit doel wordt het model voldoende betrouwbaar geacht.

Onderbouwing grote wijzigingen in parameters

In het memo van de Commissie m.e.r. wordt gevraagd om uitleg bij grote wijzigingen van parameters na kalibratie. In het gedeelte van het grondwatermodel, waarin Het Grootslag zich bevindt, zijn bij de kalibratie de volgende aanpassingen gedaan ten opzichte van de bij aanvang ingevoerde waarden:

- drainageweerstand naar 30% van de ingevoerde waarde;
- deklaagweerstand naar 18% van de ingevoerde waarde;
- weerstand lokale scheidende laag naar 4,4% van de ingevoerde waarde;
- weerstand tweede scheidende laag naar 0,6% van de ingevoerde waarde.

Met name de laatste twee aanpassingen worden als opvallend beschouwd. In het gebied van het Grootslag komt de lokale scheidende laag echter niet voor en de tweede scheidende laag slechts in een klein deel. Dit betekent dat de aanpassingen aan de weerstandswaarden van deze lagen geen grote invloed hebben op de berekende effecten. Bovendien waren er bij het project Agriport A7 voldoende argumenten voor deze sterke neerwaartse bijstelling, namelijk:

- informatie uit een pompproef aan het Wagenpad: duidt op een weerstandswaarde voor de lokale scheidende laag tussen 7 d en 35 d, terwijl REGIS een weerstand tussen 500 en 1.000 d geeft;
- stijghoogtemetingen in de meetputten A en B van het meetnet van Agriport 1: hieruit blijkt dat het stijghoogteverschil tussen het derde watervoerende pakket en watervoerend pakket 2A zeer gering is terwijl het stijghoogteverschil tussen watervoerend pakket 2A en het eerste watervoerende pakket ter plaatse ca. 1,75 meter is. Dit betekent dat de weerstand van de eerste scheidende laag vele malen hoger is dan de weerstanden van de lokale scheidende laag en de tweede scheidende laag. Op basis van het gemiddelde stijghoogteverschil en de gemiddelde kwel is een totale weerstand van 100 dagen afgeleid terwijl REGIS hier een weerstand van 1.800 à 2.100 d geeft.

De aanpassingen aan de drainageweerstand en de deklaagweerstand zijn veel minder extreem. De belangrijkste parameter die hierdoor wordt beïnvloed is de grondwaterstand. Verlaging van de drainageweerstand zorgt voor een afname van de invloed op de grondwaterstand: de invloed op de grondwaterstand wordt gedempt als gevolg van grotere interactie met het oppervlaktewater. De afname van de deklaagweerstand zorgt voor het omgekeerde effect: bij een lagere deklaagweerstand zal de invloed van de voorgenomen grondwateronttrekkingen makkelijker tot aan maaiveld doordringen.

Uit twee berekeningen, één met de oorspronkelijke waarden en één met de aangepaste waarden, blijkt dat de invloed van het neerwaarts bijstellen van de drainageweerstand

meer effect heeft dan het neerwaarts bijstellen van de deklaagweerstand. De invloed van een onttrekking in het tweede of derde watervoerende pakket op de grondwaterstand neemt daardoor met ongeveer 45% toe. Als wordt aangenomen dat de oorspronkelijke waarden juist zijn, dan zou de invloed op de grondwaterstand bij alternatief 1 dus maximaal 3 à 4 cm zijn in plaats van de nu berekende 2 cm. De invloed op de grondwaterstand blijft ook dan klein.

2.1.3 Onzekerheden

Gezien de omvang van de vergunning die wordt gevraagd, zou een bandbreedte-benadering (of onzekerheidsmarge) volgens de Commissie m.e.r. op zijn plaats zijn. In het kader van het MER is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd (zie paragraaf 6.3.3 uit het MER), waarbij de weerstandswaarden van de belangrijkste weerstandslagen uit het grondwatermodel zijn gevarieerd. De toegepaste variatie van de weerstandswaarden is gebaseerd op de standaardfout die bij de kalibratie naar voren is gekomen (zie tabel 2.2).

Tabel 2.2 Onzekerheid in de weerstandswaarden voor de verschillende weerstandslagen in het gekalibreerde grondwatermodel

weerstandslaag	- of + de standaardfout [% van de waarde na kalibratie]	
	minimum	maximum
drainageweerstand	73%	138%
deklaag	69%	146%
eerste scheidende laag	62%	162%

De volgende berekeningen zijn uitgevoerd voor de alternatieven waarvoor vergunning is aangevraagd (A2 en B3):

- verlaging van alle weerstandswaarden uit tabel 2.2 met 20%;
- verhoging van alle weerstandswaarden uit tabel 2.2 met 30%;
- verhoging drainageweerstand met 30% en verlaging weerstand deklaag en eerste scheidende laag met 20%.

In tabel 2.3 zijn de resultaten van de verschillende berekeningen uit de gevoeligheidsanalyse opgenomen. Uit de tabel blijkt dat de maximale grondwaterstandverandering varieert tussen 1 en 3 cm, waarbij de oorspronkelijke berekening 2 cm aangeeft. Dit geeft aan dat invloed op de grondwaterstand in alle gevallen klein is. De onzekerheid in de modelparameters zorgt dus niet voor een belangrijke onzekerheid in de effecten op de grondwaterstand.

Tabel 2.3 Maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen voor alternatief 1 in de oorspronkelijke berekening (1) en de extra berekeningen (a t/m c), invloed KWO, RO en OHB samen

bodemiaag	zomer				winter			
	1	a	b	c	1	a	b	c
deklaag	0,02 m	0,03	0,02	0,03	0,01 m	0,02	0,01	0,02
1 ^e WVP	0,19 m	0,20	0,19	0,20	0,16 m	0,16	0,16	0,16
2 ^e WVP *	0,74 m	0,72	0,74	0,72	0,66 m	0,65	0,66	0,64
3 ^e WVP *	1,98 m	1,99	1,99	1,99	2,04 m	2,05	2,04	2,05

* De knooppuntsafstand in het grondwatermodel is te groot om de effecten in de putten te kunnen berekenen. Dit betekent dat de werkelijke maximale stijghoogteveranderingen in het

tweede en derde watervoerende pakket ter plaatse van de putten groter zullen zijn dan in de tabel aangegeven. De effecten op de omgeving zijn wel juist berekend.

De invloed op de grondwaterstand in natuurgebied "De Weelen" is volgens de berekeningen in alternatief 1 kleiner dan 1 cm. Uit tabel 2.3 volgt een bandbreedte van plus of minimale 50%. Ook bij een toename met 50% blijft de invloed op de grondwaterstand in natuurgebied "De Weelen" zeer klein. De overige natuurgebieden liggen op zodanige afstand dat hier geen invloed op de grondwaterstand veroorzaakt wordt. Er is dan ook geen aanleiding om de invloed op de ecologie nader te onderzoeken.

2.2 Ruimtelijke situering bronnen

In het memo van de Commissie m.e.r. is aangegeven dat een ruimtelijk overzicht van de positionering van RO, OHB en KWO (in de vertikaal en in terreinindeling) ontbreekt. Daarnaast vraagt de Commissie om de (milieu)afwegingen waarop de bronlocaties voor RO en OHB in de verschillende alternatieven gebaseerd zijn.

2.2.1 Posities bronnen

In de Startnotitie is aangegeven dat voor de RO en OHB geen alternatieven worden gedefinieerd en in de richtlijnen is hier ook niet naar gevraagd. In het MER zijn daarom alleen voor de KWO alternatieven beschouwd. De posities van de bronnen van de KWO zijn voor alle drie de alternatieven in het MER op kaart weergegeven. De posities van de RO en OHB-bronnen ontbreken en ook een verticale dwarsdoorsnede is niet opgenomen. In figuur 2.1 is een compleet overzicht opgenomen met alle gevraagde tekeningen.

Onderbouwing keuze putlocaties

De exacte posities van de bronnen van de RO en OHB binnen het glastuinbouwgebied hebben geen noemenswaardige invloed op de hydrologische effecten (stijghoogte- en grondwaterstandveranderingen) naar de omgeving. Voor de interactie tussen de verschillende grondwateronttrekkingen is de onderlinge positie binnen het glastuinbouwgebied echter wel degelijk van belang. In paragraaf 6.3.12 van het MER is de invloed van de KWO op de OHB en RO beschreven en omgekeerd. De interactie tussen de gietwaterputten onderling (OHB en RO) is in het MER niet beschreven, maar is wel van belang voor de onderlinge positionering van de putten.

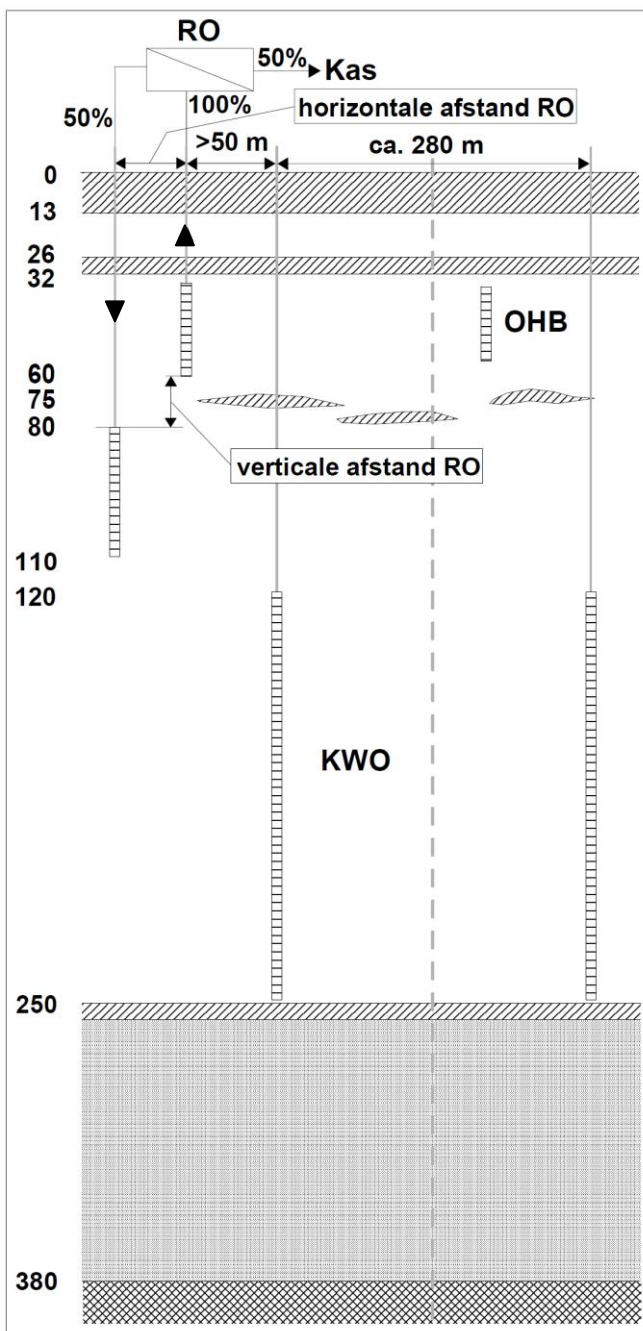
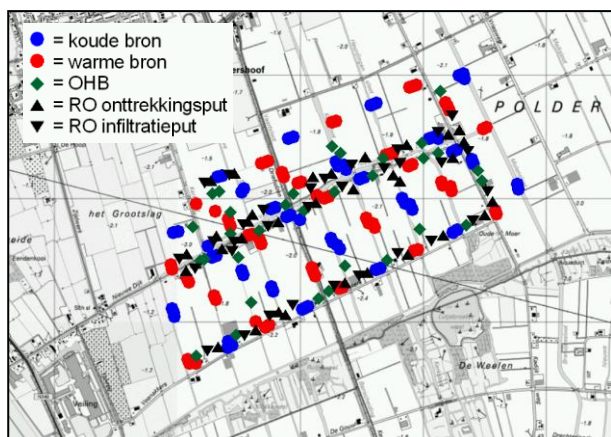
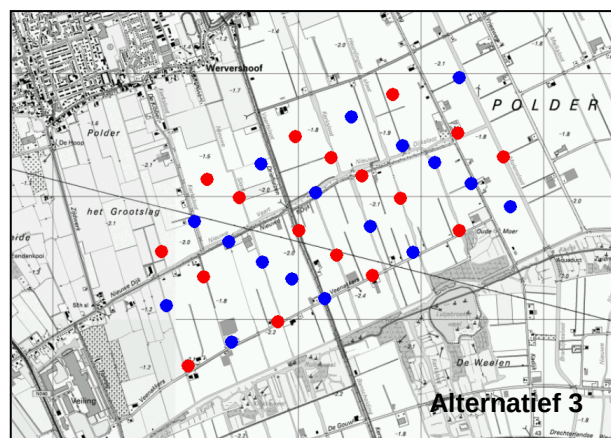
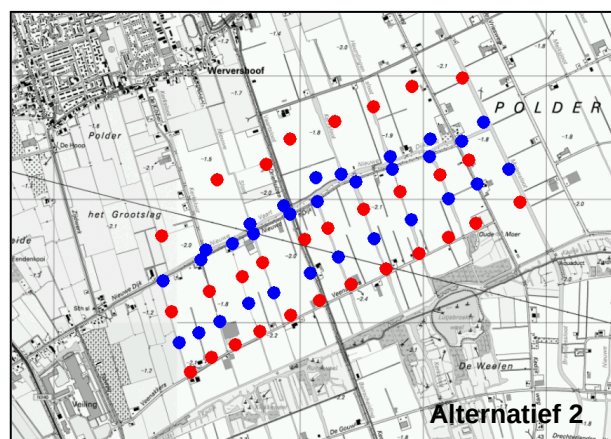
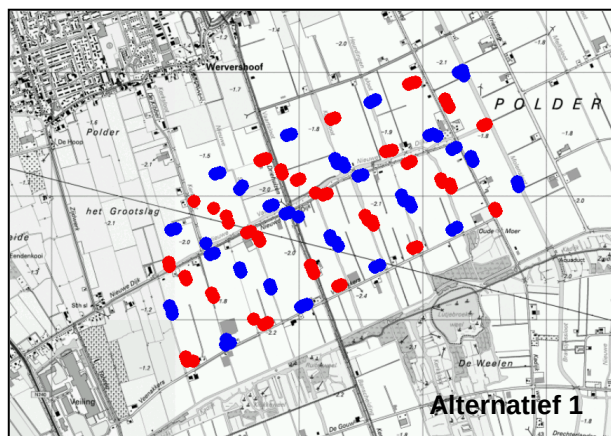
De onderstaande richtlijnen zijn gebruikt bij het bepalen van de putlocaties. Uitgangspunt voor het MER is dat de OHB in het tweede watervoerende pakket wordt gerealiseerd. De richtlijnen gelden voor gebruik van het tweede en derde watervoerende pakket. Eventuele (individuele) toepassing van OHB in het eerste watervoerende pakket valt niet binnen dit MER en is daarom niet gebonden aan de onderstaande richtlijnen.

Minimalisatie interactie KWO en RO/OHB:

- Verticale afstand creëren door de gietwaterbronnen bovenin het tweede/derde watervoerende pakket te plaatsen en de KWO onderin (zie dwarsdoorsnede);
- Bij voorkeur geen RO of OHB putten binnen 50 meter van een KWO put;

Minimalisatie interactie RO en OHB:

- Afstand tot putten andere bedrijven: De afstand tussen de filters van de RO-infiltratieputten en de OHB-putten van andere bedrijven wordt bij voorkeur zo groot



Figuur 2.1:

Links (van boven naar onder): de locaties van de KWO-putten in de alternatieven 1, 2 en 3 en onderaan de locaties van de putten waarvoor vergunning gevraagd wordt (KWO alternatief 1 en putten voor de gietwatervoorziening).

Rechts: Dwarsdoorsnede van de ondergrond met daarin de diepte van de putfilters van de verschillende putten.

mogelijk gekozen, maar is minimaal 50 m. Ook de afstand tussen de filters van de

RO-onttrekkingsputten en de OHB-putten van andere bedrijven wordt bij voorkeur zo groot mogelijk gekozen, maar is minimaal 150 m;

- Afstand eigen putten: Ook voor de eigen RO en OHB is een grote tussenafstand wenselijk, enerzijds om nadelige invloed van de RO op het rendement van de OHB te minimaliseren en anderzijds om verstoppingsproblemen bij de RO door aantrekken van zuurstofhoudend water uit de OHB te voorkomen. In principe dezelfde afstanden hanteren als voor putten van andere bedrijven (bij relatief kleine kassen kan de afstand wat kleiner).

Minimalisatie interactie RO putten onderling:

- minimale afstand tussen onttrekkingsfilter en infiltratiefilter van buursystemen volgens tabel B, waarbij het grootste RO-systeem maatgevend is. Voor het RO-systeem van het eigen bedrijf mogen kleinere afstanden gekozen worden (consequentie is snellere verzilting van het onttrekkingsfilter);

Minimalisatie interactie OHB putten onderling:

- één centrale OHB per bedrijf heeft de voorkeur (gunstig voor het rendement);
- minimale afstand van 75 meter aanhouden tot OHB systemen van andere bedrijven, tenzij onderling afspraken zijn gemaakt om één gezamenlijke OHB te maken.

Tabel B Benodigde afstand tussen onttrekkingsfilter en retourfilter (gebaseerd op 10 jaar verblijftijd)

aantal hectare kas aangesloten op RO	minimale horizontale afstand *	minimale verticale afstand
1	34 m	18 m
2	48 m	25 m
3	58 m	31 m
4	67 m	36 m
5	75 m	40 m
6	82 m	44 m
7	87 m	47 m
8	92 m	50 m
9	96 m	52 m
10	100 m	54 m

* Als tussen 60 en 90 m-mv een kleilaag aanwezig is (of meerdere), dan kan de onttrekkingsput vlak naast de infiltratieput worden aangelegd.

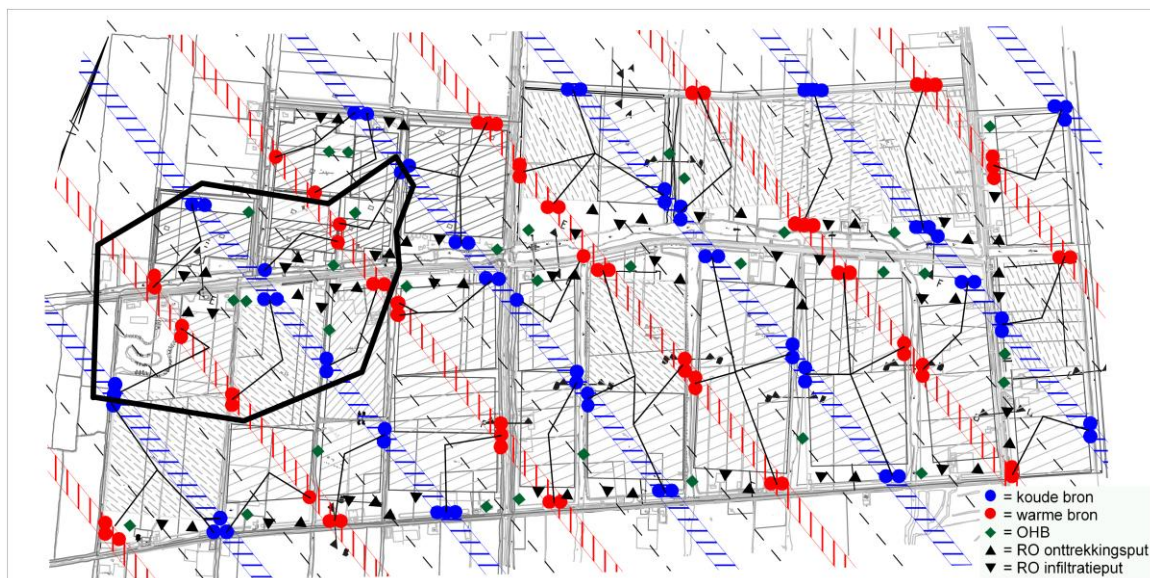
2.3 RO in combinatie met de lozing van brijn

In het memo van de Commissie m.e.r. wordt gevraagd om nadere uitwerking van de interactie tussen de KWO, RO en OHB op een aantal punten:

- Chloride vraagstuk;
- Indikkings-effect ten aanzien van andere mineralen;
- Neerslag van mineralen en gebruik "anti-scalents";
- Effecten van geïnfiltreerd regenwater op de bodemchemie.

2.3.1 Chloride vraagstuk

Middels het model HSTWin-3D is gerekend aan de invloeden van de diverse systemen op de verspreiding van chloride. Een berekening voor het gehele gebied was niet mogelijk, omdat dat te veel tijd zou vragen. Daarom is een gedeelte van het gebied uitgekozen dat als representatief te beschouwen is (zie omliggende deel van het gebied in figuur 2.2).



Figuur 2.2 Gedeelte van het gebied waarvoor de chloride berekeningen zijn uitgevoerd

De kern van de vraag is in hoeverre het risico bestaat dat het chloridegehalte van het grondwater dat wordt onttrokken voor de RO zodanig zal gaan oplopen dat het infiltratiewater zouter wordt dan het grondwater op infiltratiediepte. Enerzijds zou dit veroorzaakt kunnen worden door kortsluiting tussen de infiltratie en onttrekkingsbron van de RO en anderzijds door opwaarts transport van zout onder invloed van de KWO. Om hier meer grip op te krijgen zijn berekeningen uitgevoerd met HSTWin-3D.

Schematisatie

In tabel 2.4 zijn de belangrijkste geohydrologische en geothermische invoerparameters vermeld die zijn gebruikt voor het HST model.

Tabel 2.4 Modelschematisatie en invoerparameters HSTWin-3D

diepte [m-mv]	hydrologische benaming	horizontale doorlatendheid [m/d]	warmte- capaciteit [MJ/(m ³ K)]	warmte gelei- dingscoëfficiënt [W/(m K)]
0 - 14	deklaag	0,004	2,5	1,7
14 - 26	1 ^e watervoerende pakket	15	2,5	2,4
26 - 32	1 ^e scheidende laag	0,003	2,5	1,7
32 - 60	diepte OHB en RO onttrekking	13	2,5	2,4
60 - 80	tussenlaag gecombineerde 2 ^e /3 ^e watervoerende pakket	26	2,5	2,4
80 - 116	diepte RO infiltratie	39	2,5	2,4
116 - 250	diepte koude - warmteopslag	39	2,5	2,4
250 - 318	4 ^e watervoerende pakket	0,01*	2,5	1,7

* aan de bovenzijde van het vierde watervoerende pakket is een kleilaag aangenomen

Voor de verticale doorlatendheid is als worst-case aangenomen dat deze 50% van de horizontale doorlatendheid is (verticale anisotropie van 2).

Chlorideprofiel

Voor de beginsituatie is een aanname nodig voor het verloop van het chloridegehalte in de diepte. Aanvullend op de gegevens uit het MER is gebruik gemaakt van analyses van het grondwater die bij een bestaande RO-installatie in het gebied zijn gedaan. Op de diepte van de onttrekking (ca 35-40 m-mv) zijn twee analyses gedaan, waaruit chloridegehalten van respectievelijk 540 en 650 mg/l naar voren zijn gekomen. Ook het grondwater op de diepte van de infiltratie (72-97 m-mv) is geanalyseerd en heeft een chloridegehalte van 2.560 mg/l. Het chlorideprofiel voor het dieper gelegen gedeelte van de ondergrond, ter hoogte van het koude - warmteopslag en in het vierde watervoerende pakket systeem is gebaseerd op de gegevens uit de MER. In tabel 2.5 zijn de invoergegevens gepresenteerd.

Tabel 2.5 Gehanteerde chlorideprofiel in de HSTWin-3D berekeningen

diepte (m-mv)	chloridegehalte (mg/l)
0	400
35	400
60	800
80	1.500
105	3.500
318	12.000

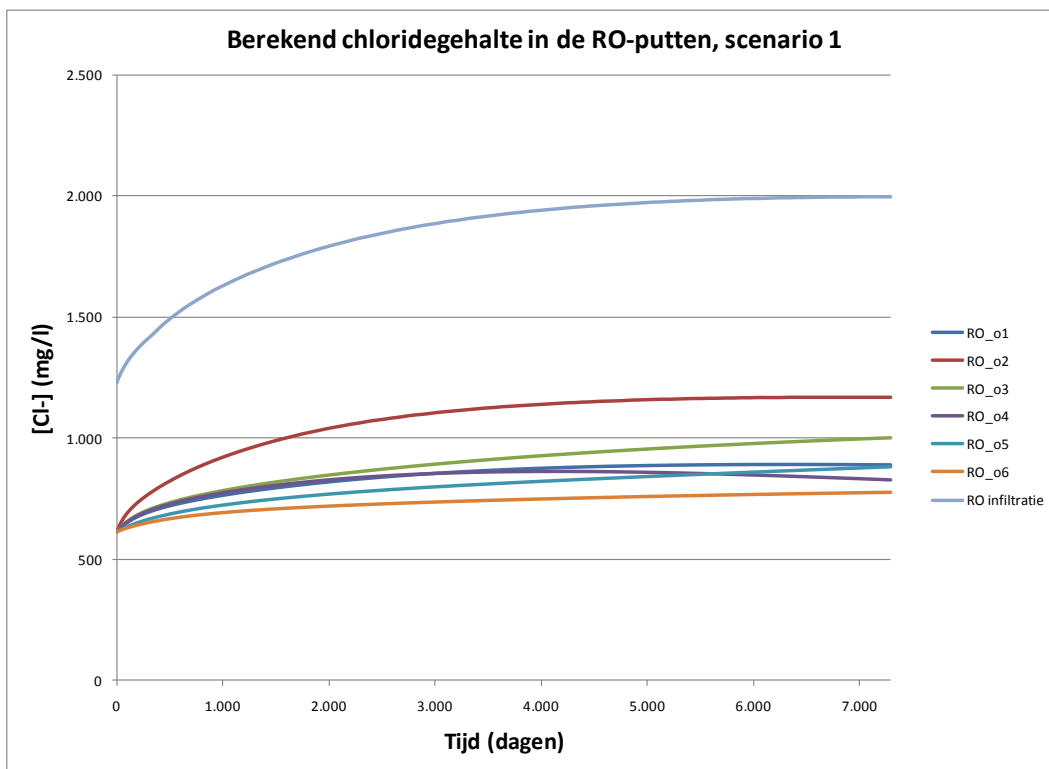
Debieten

Een significante toename van het chloridegehalte in de onttrekkingsbron van de RO zal niet binnen korte tijd optreden. Het gaat hier vooral om de effecten op de langere termijn. Voor de debieten van de putten is daarom uitgegaan van de gemiddelde netto waterverplaatsing per jaar. Per bron is bepaald hoeveel water op jaarbasis netto wordt onttrokken of geïnfiltrerd. In geval van de bronnen voor de KWO is dit bepaald op basis van de gemiddelde hoeveelheden voor warmte- en koudelevering.

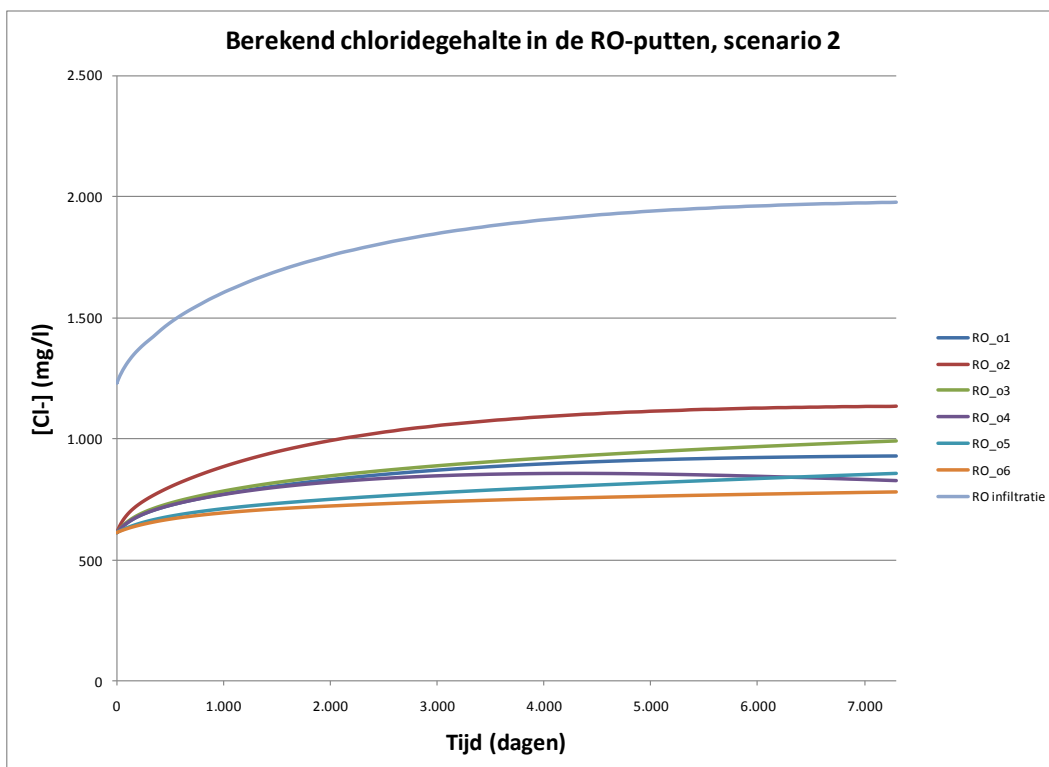
De netto hoeveelheden voor de hemelwateropslag en de omgekeerde osmose zijn gebaseerd op de benodigde hoeveelheden gietwater (jaarlijks 840 mm watervraag plus 18 mm ter compensatie van de verdamping uit het bassin): in bijlage 4 van het MER is op basis van waterbalansberekeningen voor een periode van 20 jaar bepaald dat jaarlijks gemiddeld gezien 491 mm wordt geleverd uit het bassin 213 mm uit de OHB en 153 mm uit de RO. Hierbij wordt in de OHB gemiddeld gezien 299 mm geïnfiltrerd. Voor het bepalen van de debieten in het HSTWin-3D model is daarom uitgegaan van infiltratie van 86 mm per jaar bij de OHB en bij de RO 306 mm onttrekking en 153 mm infiltratie per jaar.

Resultaten

Er zijn twee scenario's doorgerekend, beide voor een periode van 20 jaar. In het eerste scenario is het volledige operationele systeem doorgerekend, waarbij sprake is van KWO, RO en OHB en in het tweede scenario is de situatie zonder KWO doorgerekend. Figuur 2.3 en 2.4 tonen het berekende verloop van het chloridegehalte in alle RO onttrekkingsputten en het chloridegehalte van het concentraat dat in de bodem wordt teruggebracht voor beide scenario's.



Figuur 2.3 Berekend verloop van het chloridegehalte in de RO-putten bij toepassing van KWO, OHB en RO (scenario 1)



Figuur 2.4 Berekend verloop van het chloridegehalte in de RO-putten bij toepassing van OHB en RO (scenario 2: situatie zonder KWO)

In het model is het niet mogelijk om een koppeling te maken tussen de specifieke infiltratie- en onttrekkingsput. Het chloridegehalte van het concentraat is daarom berekend door HSTWin-3D uit de gemiddelde concentraties van de verschillende RO onttrekkingsputten en is dus voor alle RO-infiltratieputten gelijk.

In beide scenarios blijkt het chloridegehalte in de RO-onttrekkingsputten toe te nemen en daarmee eveneens het chloridegehalte van het brijn. Gemiddeld zal het chloridegehalte in het concentraat toenemen tot circa 2.000 mg/l na 20 jaar. De maximale concentratie in het onttrokken water treedt op bij put RO_o2, waar het chloridegehalte oploopt tot ongeveer 1.200 mg/l na 20 jaar. Dit betekent dat het chloridegehalte van het concentraat bij het betreffende systeem maximaal 2.400 mg/l zal bedragen na 20 jaar. Het natuurlijke chloridegehalte op de diepte van de infiltratie bedraagt 2.560 mg/l. Ook na 20 jaar zal het chloridegehalte van het geïnfiltreerde concentraat dus lager zijn dan dat van het oorspronkelijke grondwater op infiltratiediepte.

Invloed KWO

Uit de resultaten blijkt dat de KWO nauwelijks invloed uitoefent op het chloridegehalte bij de RO. Zonder KWO neemt de gemiddelde chlorideconcentratie in de infiltratiebronnen toe tot circa 1.970 mg/l na 20 jaar en in de situatie met KWO is dat 2.000 mg/l. De KWO veroorzaakt dus een extra toename met 30 mg/l na 20 jaar, hetgeen als verwaarloosbaar wordt beoordeeld.

2.3.2 Indikkings-effect ten aanzien van andere mineralen

Bij omgekeerde osmose wordt het onttrokken grondwater met behulp van membraaninfiltratie gesplitst in twee deelstromen, namelijk:

- het gezuiverde water met zeer lage concentraties aan opgeloste stoffen;
- het water dat over blijft en waarin nagenoeg alle zouten geconcentreerd zijn.

In Het Grootslag is gekozen voor een recovery van maximaal 50%. Bij een bestaande installatie in het gebied zijn analyses gedaan op het grondwater (diepte onttrekking ca 35-40 m-mv), het permeaat en het concentraat. Ook het grondwater op de diepte van de infiltratie (72-97 m-mv) is geanalyseerd. Tabel 2.6 geeft een overzicht van de analysesresultaten.

Tabel 2.6 Gegevens samenstelling grondwater, permeaat en concentraat (de grijze markering geeft aan dat de concentratie in het concentraat hoger is dan in het grondwater op infiltratiediepte)

parameter	onttrokken grondwater	permeaat	concentraat	grondwater op infiltratiediepte
pH	7,7	6,2	8,1	7,3
Ca	60 mg/l	0,19 mg/l	120 mg/l	261 mg/l
K	12 mg/l	0,28 mg/l	23,7 mg/l	59 mg/l
Mg	22 mg/l	0,07 mg/l	44 mg/l	134 mg/l
Na	766 mg/l	14,01 mg/l	1.518 mg/l	1.543 mg/l
Fe	0,00 mg/l*	0,00 mg/l*	0,0 mg/l*	0,4 mg/l
Mn	0,00 mg/l*	0,00 mg/l*	0,0 mg/l*	0,2 mg/l
NH ₄	37 mg/l	1,97 mg/l	72 mg/l	25 mg/l
Cl	650 mg/l	8,01 mg/l	1.292 mg/l	2.559 mg/l
HCO ₃	1.275 mg/l	31,01 mg/l	2.509 mg/l	1.873 mg/l

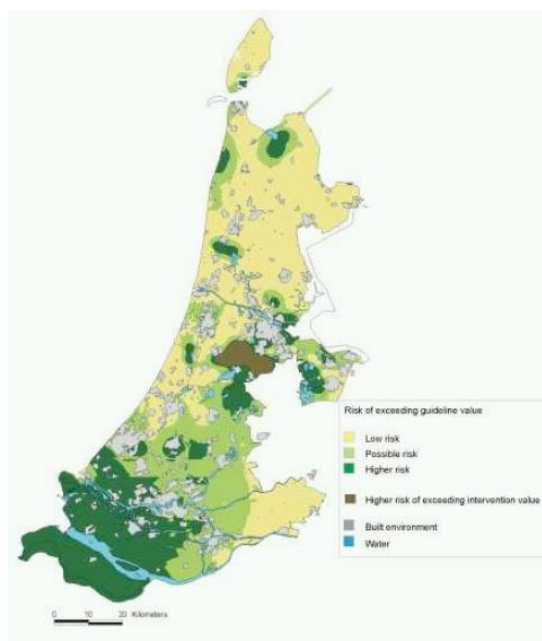
NO ₃	7,0 mg/l*	0,41 mg/l*	13,6 mg/l*	< 12 mg/l
SO ₄	10 mg/l	0,02 mg/l	19,98 mg/l	< 19 mg/l

* waarden vermoedelijk onjuist: in het grondwater komt namelijk zeer waarschijnlijk opgelost ijzer en mangaan voor en zeer waarschijnlijk geen nitraat.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de gehalten in het concentraat maximaal 2 keer zo hoog zijn als in het onttrokken grondwater. Voor enkele parameters komen de gehalten daarvoor boven de concentraties in het oorspronkelijke grondwater op de infiltratiediepte. Hoewel de gearceerde waarden hoger zijn dan van het oorspronkelijke grondwater op de infiltratiediepte, vallen de betreffende concentraties binnen het bereik aan concentraties die worden gevonden in natuurlijk grondwater in Nederland. De gehalten in het concentraat worden daarom niet als nadelig beschouwd. Wel kan door het indikkingsproces sprake zijn van oververzadiging in het concentraat, wat neerslagvorming tot gevolg zou kunnen hebben (zie paragraaf 2.3.3).

De Provincie heeft tevens gevraagd te beoordelen of het risico op verdubbeling van hoge arseenconcentraties aan de orde kan zijn. In de Provincie Noord-Holland is in enkele polders ten zuiden van Amsterdam een verhoogde concentratie arseen aangetroffen in het grondwater, met name in de bovenste 50 meter (Stuyfzand et al. 2006. Does arsenic, in groundwaters of the compound Rhine-Meuse-Scheldt-Ems delta, menace drinking water supply in the Netherlands? In: Arsenic in Groundwater - A World problem, Proceedings seminar Utrecht 29 november 2006). Enkele Holocene afzettingen in hetzelfde gebied bleken veel arseen te bevatten, vooral het basisveen. In het midden en noorden van Noord-Holland werden geen verhoogde arseengehalten aangetroffen in het Basisveen (Werkgroep Pyriet, 2000. Bundel met informatie, verzameld door de Werkgroep Pyriet). Uit onderzoek naar het risico op hoge arseenconcentraties in het ondiepe grondwater (5-15 m-mv) volgt dat dit risico in Het Grootslag laag is (zie figuur 2.5). Bovendien is verspreiding van het arseen vanuit de Holocene afzettingen naar de diepte niet te verwachten aangezien in Het Grootslag sprake is van een kwelsituatie. Op basis hiervan wordt geen hoog arseengehalte in het concentraat verwacht.

Figuur 2.5: Risico op verhoogde arseenconcentraties in het grondwater tussen 5 en 15 m-mv (Bron: Vermooten, S and Gunnik, J., 2006. Arsenic in the Dutch coastal provinces. In: Arsenic in Groundwater - A World problem, Proceedings seminar Utrecht 29 november 2006).



2.3.3 Neerslag van mineralen en gebruik “anti-scalents”

In het memo van de Commissie m.e.r. wordt gevraagd naar de gevolgen van de indikking van het water: kan dit leiden tot neerslag van mineralen? Als dat het geval is dan worden vaak “anti-scalents” toegevoegd om verstopping tegen te gaan. De toevoeging van deze

“anti-scalents” heeft weer gevolgen voor de kwaliteit van het infiltratiewater en kan zo-
doende ook milieueffecten veroorzaken.

Zoals beschreven in paragraaf 2.3.2 zullen de concentraties aan opgeloste stoffen in het
concentraat bij benadering verdubbelen ten opzichte van de concentraties in het onttrok-
ken grondwater. Berekeningen met PHREEQC geven aan dat het onttrokken grondwater
licht oververzadigd is met carbonaten (zie paragraaf 2.3.4 onder “Kalkoplossing”). Ver-
dubbeling van de concentraties levert een toename van de oververzadiging op, wat in
theorie zou moeten leiden tot kalkneerslag.

In de glastuinbouw wordt in de praktijk vaak gekozen voor een systeem met een zoge-
naamde “low-recovery” van 50%, omdat gebruik van anti-scalants in dat geval niet nodig
is (“Oosterhof et al., 2009. Doorbraak voor gebruik van brak grondwater als alternatieve
bron voor drinkwatervoorziening. H2O 14/15 2009” en “Mijnders, ir. I.L., Jonker, drs. R.J.
en Hoeven, drs. G. van der, 2005 - Milieueffectrapportage Agriport A7. Grontmij. Alk-
maar.”). Blijkbaar leidt de oververzadiging in de praktijk niet direct tot carbonaatneerslag.
Dit fenomeen is ook bekend uit de praktijk van hoge temperatuur warmteopslag, waarbij
geen carbonaatneerslag optreedt ondanks sterke oververzadiging. Inhibitie is hierbij als
verklaring aangewezen: stoffen in het water die neerslagvorming tegenwerken.

Uit onderzoek is gebleken dat tijd nodig is voor kristallisatie, ook bij sterke oververzadi-
ging. Als de verblijftijd van het concentraat in de RO-installatie kleiner is dan de tijd die
nodig is voor kristalvorming, dan treedt geen verstopping van de RO-installatie op. In de
grafiek hieronder is de kristallisatietijd uitgezet voor calciet, voor twee watertypes met
verschillende ionsterktes (“T. Waly et al., 2009. Will calcium carbonate really scale in
seawater reverse osmosis? Desalination and Water Treatment 5 (2009) 146–152”). De
ionsterkte van het concentraat bedraagt in dit geval ongeveer 0,08. De verzadigingsindex
voor calciet is berekend op 1,55. In dat geval zou de kristallisatietijd ongeveer 30 à 40
minuten bedragen (bij 25 °C) en
wordt geen verstopping van de
membranen en de putten ver-
wacht als het concentraat bij
stilstand tijdig wordt afgevoerd.
Calcietneerslag treedt dan uit-
eindelijk wel op, maar dan met
name in het watervoerend pak-
ket. In het watervoerend pakket
is de beschikbare ruimte zodanig
groot dat geen merkbare ver-
stopping optreedt.

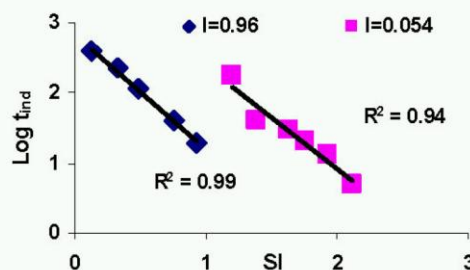


Fig. 2. Log t_{ind} (min) vs. SI for low and high ionic strength water at 25°C.

2.3.4 Effecten van geïnfiltreerd regenwater op de bodemchemie

De Commissie vraagt naar de effecten van de infiltratie van zuur en aeroob regenwater op de bodemchemie, waarbij gewezen wordt op mogelijke sulfaat-reacties en ondergrondse ontijzering.

Water zal in de ondergrond in evenwicht zijn met het bodemmateriaal. De samenstelling van het grondwater is daardoor aangepast aan de bodemchemie. Regenwater heeft een andere samenstelling dan grondwater en is dus niet in evenwicht met de bodemchemie. Bij de infiltratie van regenwater zullen daardoor reacties optreden totdat een nieuw evenwicht met de bodemchemie is bereikt. In tabel 2.7 is de beschikbare informatie opgenomen van de grondwaterkwaliteit op de diepte van de hemelwateropslag en van het regenwater.

Tabel 2.7 Gegevens samenstelling regenwater en grondwater

Parameter	waarde voor regenwater*	waarde voor grondwater**
pH	4,97	7,7
Ca	0,3 mg/l	64 mg/l
K	0,2 mg/l	12 mg/l
Mg	0,4 mg/l	20 mg/l
Na	2,8 mg/l	742 mg/l
Fe	-	1,3 mg/l
Mn	-	0,07 mg/l
NH ₄	0,7 mg/l	24 mg/l
Cl	4,8 mg/l	600 mg/l
HCO ₃	-	1275 mg/l
NO ₃	2,1 mg/l	< 12 mg/l
SO ₄	2,4 mg/l	10 mg/l

* Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling, Meetresultaten 2000, meetstation Wieringerwerf

** gebaseerd op 2 analyses van ca. 40 m-mv uit het gebied

Een belangrijke parameter die niet is gemeten is het zuurstofgehalte. Het grondwater op de diepte van de OHB is volledig anaeroob en bevat geen zuurstof.

Voor regenwater mag worden aangenomen dat sprake is van evenwicht met de atmosfeer. De oplosbaarheid van luchtzuurstof in water is afhankelijk van de temperatuur. Aangezien het meeste water in de herfst, winter en lente geïnfiltreerd zal worden, zal de gemiddelde temperatuur ergens tussen 5 en 10 °C liggen. De evenwichtsconcentratie is 11,2 mg/l bij 10 °C en 12,7 mg/l bij 5 °C. Afhankelijk van de werkelijke gemiddelde temperatuur van het geïnfiltreerde water zal het zuurstofgehalte van het te infiltreren regenwater dus orde grootte 12 mg/l bedragen.

De belangrijkste verschillen tussen regenwater en grondwater zijn de lage concentraties aan opgeloste stoffen in regenwater en de aanwezigheid van oxiderende stoffen in regenwater (zuurstof, nitraat). Hieronder is een overzicht gegeven van de verschillende processen die als gevolg daarvan te verwachten zijn.

Kalkoplossing

In de bodem komt naar alle waarschijnlijkheid calciet voor en mogelijk ook andere carbonaten. Dit wordt bevestigd door boorbeschrijvingen, waarin voor het betreffende dieptetraject veel kalkrijke lagen zijn beschreven.

Het regenwater bevat nauwelijks opgeloste stoffen en is sterk onderverzadigd ten aanzien van carbonaten. Bij de infiltratie van regenwater zal dan ook oplossing van carbonaten optreden. Met PHREEQC is berekend dat bij een reële waarde voor de verzadigingsgraad van calciëet (verzadigingsindex 0,3) ongeveer 0,2 mmol calciëet per liter regenwater zal oplossen (20 mg per liter). Bij de oxidatie van organische stof en pyriet (zie hieronder) kan zuur worden gevormd, wat vervolgens weer tot kalkoplossing kan leiden. Deze reacties kunnen ongeveer 40 mg/l extra calciëetoplossing veroorzaken, waarmee de totale calciëetoplossing op ongeveer 60 mg/l uitkomt.

Bij een relatief laag calciëetgehalte van de bodem van 50 gram per kg droge stof (komt overeen met 235 gram calciëet per liter watervolume) kan dan worden berekend dat het calciëet volledig kan worden opgelost als de bodem 4.000 keer wordt doorspoeld met regenwater. Bij een hoger calciëetgehalte in de uitgangssituatie zal het aantal keer doorspoelen evenredig toenemen. Alleen zeer dicht rond de OHB-putten kan na verloop van tijd enig effect op het calciëetgehalte optreden.

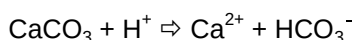
Oxidatie organische stof

Regenwater bevat oxiderende stoffen die in het anaerobe grondwater niet voorkomen, namelijk zuurstof en nitraat. Beide stoffen worden in de ondergrond afgebroken doordat ze reageren met gereduceerde bestanddelen. De belangrijkste reducerende stoffen zijn organisch materiaal en pyriet. Organische stof is over het algemeen (afhankelijk van de reactiviteit) een sterkere reductor dan pyriet en zal daarom meestal eerder reageren met de oxidator dan pyriet. Hiermee wordt het pyriet als het ware beschermd tegen oxidatie (Werkgroep Pyriet, 2000. Bundel met informatie, verzameld door de Werkgroep Pyriet).

Hieronder staan de reactievergelijkingen voor de oxidatie van organisch materiaal door zuurstof en nitraat.



Het zuur dat ontstaat bij de oxidatie van organische stof kan het oplossen van kalk tot gevolg hebben.



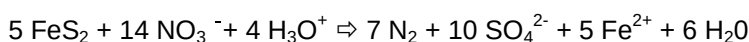
Als alle zuurstof wordt gebruikt voor de oxidatie van organische stof, dan kan per liter regenwater oplossing van 37,5 mg calciëet per liter worden veroorzaakt.

Typische gehalten voor organische koolstof in Nederlandse aquifer-afzettingen zijn 0,01 tot 0,2% (TNO, 2004. Naar een andere toetsdiepte voor nitraat in grondwater? Achtergronddocument voor de Evaluatie Meststoffenwet 2004). Uitgaande van een gehalte aan organische stof in een bodem van 0,05% is per liter grondwater 0,1 mol CH_2O beschikbaar. Hiermee kan dus 0,1 mol zuurstof worden afgebroken, wat overeen komt met 3.200 mg zuurstof. Bij een zuurstofgehalte van 12 mg/l kan het organische stof volledig zijn opgebruikt nadat door 1 liter grondwatervolume 250 liter regenwater is gestroomd. Doordat het zuurstof in de praktijk niet alleen wordt verbruikt door organische stof, maar ook door andere stoffen (zoals pyriet), zal het in werkelijkheid langer duren voordat alle organische stof is verbruikt. De verspreiding van zuurstof en nitraat naar de

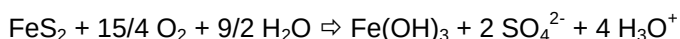
omgeving zal dan ook sterk worden beperkt door de afbraak in de ondergrond. De verwachting is dan ook dat op enige afstand van de put geen significante invloed meer optreedt.

Pyrietoxidatie

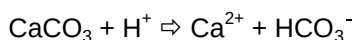
Oxidatie van pyriet door nitraat treedt op onder anaërobe omstandigheden. De reactie is verzurend als $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ontstaat, wat vervolgens weer tot kalkoplossing kan leiden. Bij lage nitraatgehaltes (zoals in regenwater) neemt de reductiegraad af en ontstaat $\text{Fe}(\text{OH})_2$, een reactie die niet verzurend is, zodat geen kalk zal oplossen (Werkgroep Pyriet, 2002. Over het voorkomen en de afbraak van pyriet in de Nederlandse ondergrond). In dat geval is de reactie als volgt:



Het betreft hier onvolledige pyrietoxidatie, aangezien na de reactie nog tweewaardig ijzer aanwezig is. De oxidatie van pyriet door zuurstof kan wel volledig optreden. Bij de oxidatie van pyriet door zuurstof ontstaat zuur wat tot een daling van de pH en/of oplossing van kalk leidt.



en



Als alle zuurstof wordt gebruikt voor de oxidatie van pyriet, dan kan per liter regenwater oplossing van 40 mg calciet per liter worden veroorzaakt.

Of een sterke daling van de pH optreedt is afhankelijk van de verhouding tussen de gehalten aan calciet en pyriet in de bodem. Als het aanwezige calciet eerder uitgeput raakt dan het pyriet, dan zal de pH bij pyrietoxidatie sterk dalen en als het pyriet als eerste op raakt is dat niet het geval. Voor calciet is ingeschat dat dit uitgeput raakt na 4.000 keer doorspoelen met regenwater. Voor pyriet kan worden berekend dat bij een pyrietgehalte van 0,05 gewicht% (schatting op basis van analyses van bodemonsters, zoals gerapporteerd in "Heidemij Adviesbureau, 1984. Verkennend onderzoek naar de hydrogeochemische gevolgen van warmte-opslag in ondiepe aquifers" en "Werkgroep Pyriet, 2000. Bundel met informatie, verzameld door de Werkgroep Pyriet") het pyriet volledig kan zijn weggereageerd naar 250 keer doorspoelen met regenwater. In de praktijk zal het aantal keer doorspoelen groter zijn, omdat ook zuurstof wordt verbruikt door andere stoffen (zoals organische stof). Desondanks is duidelijk dat pyriet vele malen sneller zal zijn uitgeput dan calciet, zodat een sterke daling van de pH niet te verwachten is.

Ondergrondse ontijzering

Ondergrondse ontijzering is een techniek uit om opgelost ijzer uit het grondwater te verwijderen. In de ondergrond is opgelost ijzer aanwezig in het grondwater en op het uitwisselingscomplex. Bij ondergrondse ontijzering wordt, vaak via de onttrekkingsput, zuurstofhoudend water in de ondergrond geïnfiltreerd. Doordat het infiltratiewater geen ijzer bevat zal een deel van het ijzer desorberen en in oplossing gaan. Het ijzer komt in contact met zuurstof, wordt geoxideerd en slaat neer in de vorm van ijzerhydroxide. Op deze

manier wordt het ijzer van het uitwisselingscomplex verwijderd. Als vervolgens weer wordt onttrokken via de onttrekkingsput, dan kan het uitwisselingscomplex weer ijzer opnemen uit het langstromende grondwater. Vaak kan zodoende na de injectie van een zeker volume zuurstofhoudend water een veelvoud daarvan worden onttrokken met daarin nauwelijks of geen ijzer.

Bij ondergrondse ontijzering neemt de zone rond de betreffende put bij de onttrekking steeds ijzer op uit het grondwater, wat vervolgens bij de infiltratie van zuurstofhoudend water weer wordt omgezet in ijzerhydroxiden. In theorie kan daardoor verstopping van de bodem worden veroorzaakt. In de praktijk zijn bij ondergrondse ontijzering echter geen verstoppingsverschijnselen geconstateerd ("Appelo et al., 1999. Modeling in situ iron removal from ground water. Ground water vol 37, no. 6, p. 811-817." en "Drijver et al., 1998. Efficiëntie (toename) bij ondergrondse ontijzering. H2O 21 1998.").

Ondergrondse hemelwateropslag is principieel anders dan ondergrondse ontijzering, omdat structureel minder water wordt geïnjecteerd dan onttrokken. Bij de onttrekking wordt over het algemeen gestuurd op de EC van het onttrokken water. Als een geringe bijmenging van grondwater optreedt voldoet de kwaliteit van het onttrokken water niet meer en wordt de onttrekking stopgezet. Aangezien het ijzer uit het grondwater de put later zal bereiken door de adsorptie aan het uitwisselingscomplex, blijft het ijzer op enige afstand van de put. Bij ondergrondse hemelwateropslag is verstopping van de bodem door ijzerhydroxiden daarom niet te verwachten.

Conclusie

De infiltratie van regenwater kan leiden tot het oplossen van kalk en de oxidatie van organische stof en pyriet. Ondergrondse ontijzering treedt niet of nauwelijks op, omdat bij ondergrondse hemelwateropslag meer water wordt geïnfilteerd dan onttrokken.

Doordat in regenwater nauwelijks buffercapaciteit aanwezig is, kan hierin maar weinig kalk oplossen. Daarnaast zal het zuurstof uit het regenwater oxidatiereacties veroorzaken waarbij zuur wordt gevormd, wat vervolgens ook tot kalkoplossing zal leiden. Zelfs bij een relatief laag calciëtegehalte in de ondergrond treedt uitputting van calciëte echter pas op na 4.000 keer doorspoelen met regenwater. De ontkalking blijft dus beperkt tot de zone zeer dicht rond de OHB-putten.

Onder invloed van het zuurstof (en in mindere mate het nitraat) uit het regenwater kan de oxidatie van organische stof en pyriet optreden. De aanwezigheid van organische stof is vrijwel zeker, maar van pyriet is dat niet bekend. Op basis van geschatte gehalten is berekend dat uitputting van organische stof en pyriet in de bodem pas optreedt na ongeveer 500 keer doorspoelen met regenwater. Alleen in de zone direct rond de OHB-putten kan dus op termijn uitputting van organische stof en pyriet optreden.

2.4 Stortplaats

De Commissie verwijst in haar memo naar de nabijgelegen stortplaats die waar in de richtlijnen naar wordt verwezen. Voor zover ons bekend is er echter geen stortplaats aanwezig in de directe omgeving. Vermoedelijk is hier een vergissing gemaakt.

2.5 Effecten van onbalans

In het memo geeft de Commissie aan dat de effecten van onbalans zijn uitgewerkt met een beperkte bandbreedte (+ of - 15%). Gevraagd wordt om een inschatting van de effecten van onbalans in een worst-case scenario.

Bij het geheel of gedeeltelijk sluiten van een kas zal de betreffende kas in de zomer veel meer warmte ontvangen dan dezelfde kas in de winter nodig heeft. Dit betekent dat deze kas niet alleen zijn eigen warmtebehoefte kan dekken, maar ook die van naastgelegen kassen. In de praktijk wordt daarom nooit het volledige kasareaal (semi) gesloten uitgevoerd, maar slechts dat deel waarmee voldoende warmte kan worden ingevangen om de vraag in de winterperiode te kunnen dekken. Hiermee wordt voorkomen dat enorme warmteoverschotten ontstaan die onmogelijk nog kunnen worden weggekoeld: de energiebalans is hiermee al grotendeels ingevuld.

Om een voldoende sluitende energiebalans verder in te vullen kan de mate van sluiting in de zomer worden bijgesteld: als een warmteoverschot in de bodem dreigt, dan kunnen de ramen al bij lagere temperaturen open worden gezet zodat de hoeveelheid warmte die wordt ingevangen afneemt. Omgekeerd kan ook voor een hogere mate van gesloten houden worden gekozen als een koudeoverschot in de bodem is ontstaan.

In het MER is voor de energie-onbalans een bandbreedte van + of - 15% aangehouden. Dit is al meer dan wat volgens de voorschriften van de Provincie is toegestaan (10% over een periode van 5 jaar en 5% over een periode van 10 jaar). Een grotere onbalans kan optreden binnen relatief korte periodes, maar moet in de daarop volgende periode worden hersteld. Een onbalans van 15% over een periode van 20 jaar is daarom naar onze mening al een worst-case. De effecten van onbalans in een worst-case scenario zijn al in het MER gepresenteerd.