2032-25

if technology

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

If we can. You can.

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

Milieu Effect Rapportage - Hoofdrapport

if technology

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

Milieu Effect Rapportage - Hoofdrapport

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 Mevr. S.E. de Boer MSc dhr. drs. B.C. Drijver dhr. ir. J.C. Dijxhoorn

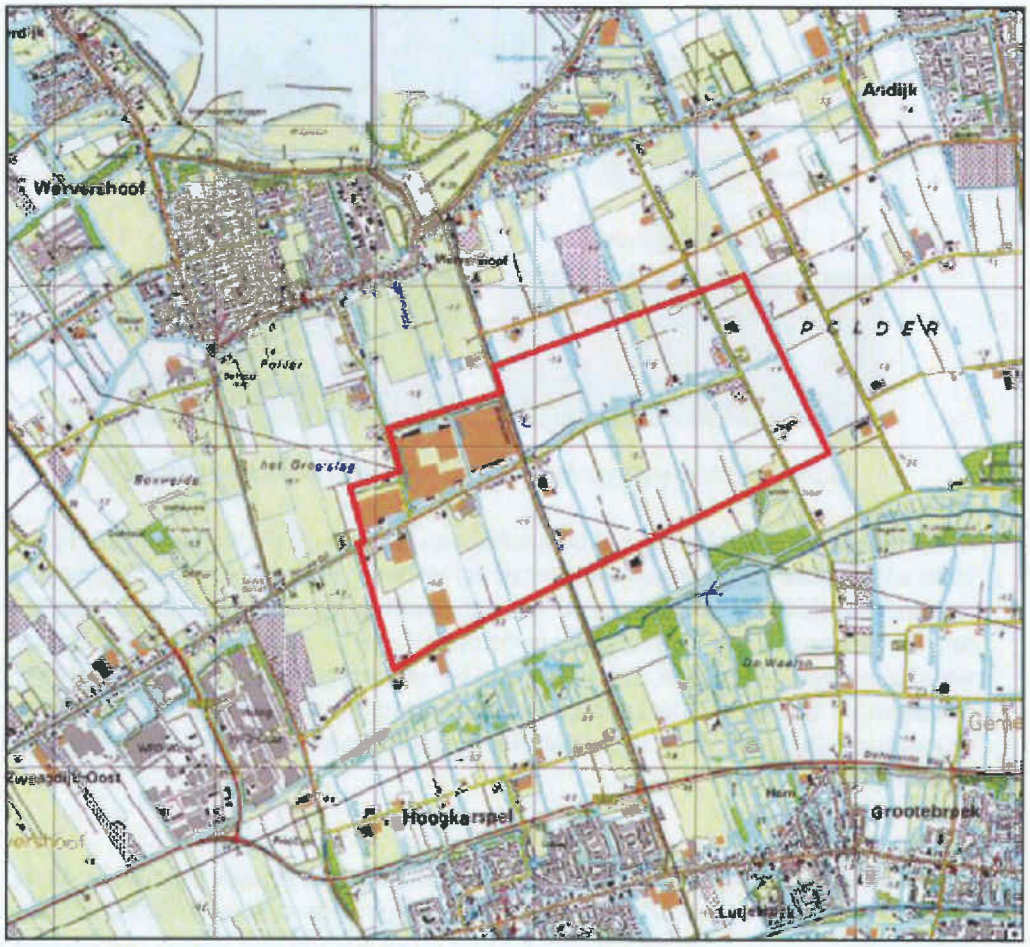
3/57325/CD
13 oktober 2008

if technology

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.



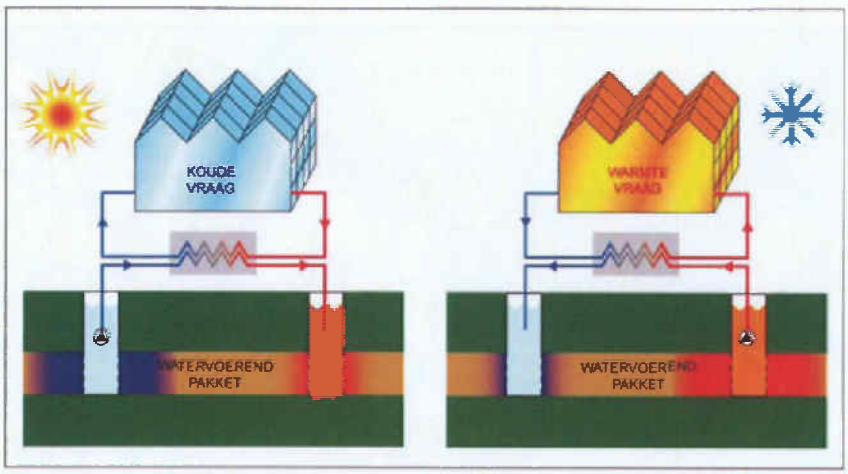
Ligging glastuinbouwgebied Het Grootslag (situatie 2003-2006)

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.



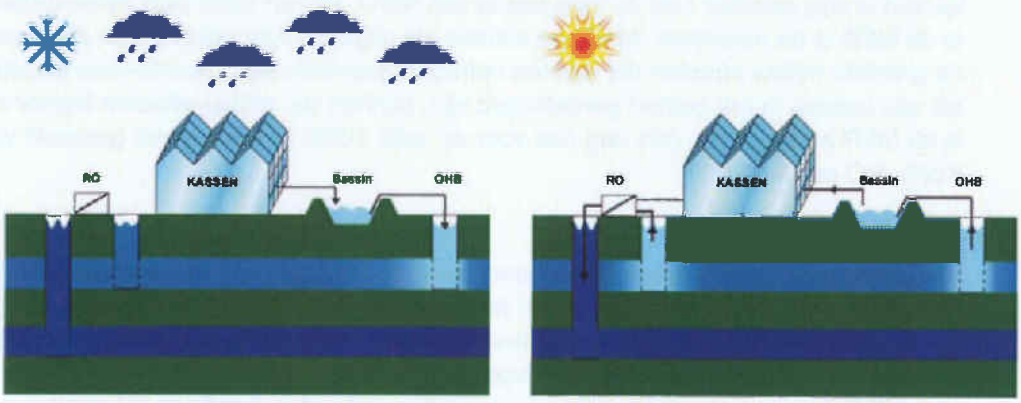
Schematische weergave ondergrondse energieopslag (KWO)

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 [m³/uur]	5	2,5
onttrekkingscapaciteit hele gebied [m³/uur]	1.150	575
onttrekking per hectare kas [m³/jaar]	9.400	5.000
totale onttrekking hele gebied [m³/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

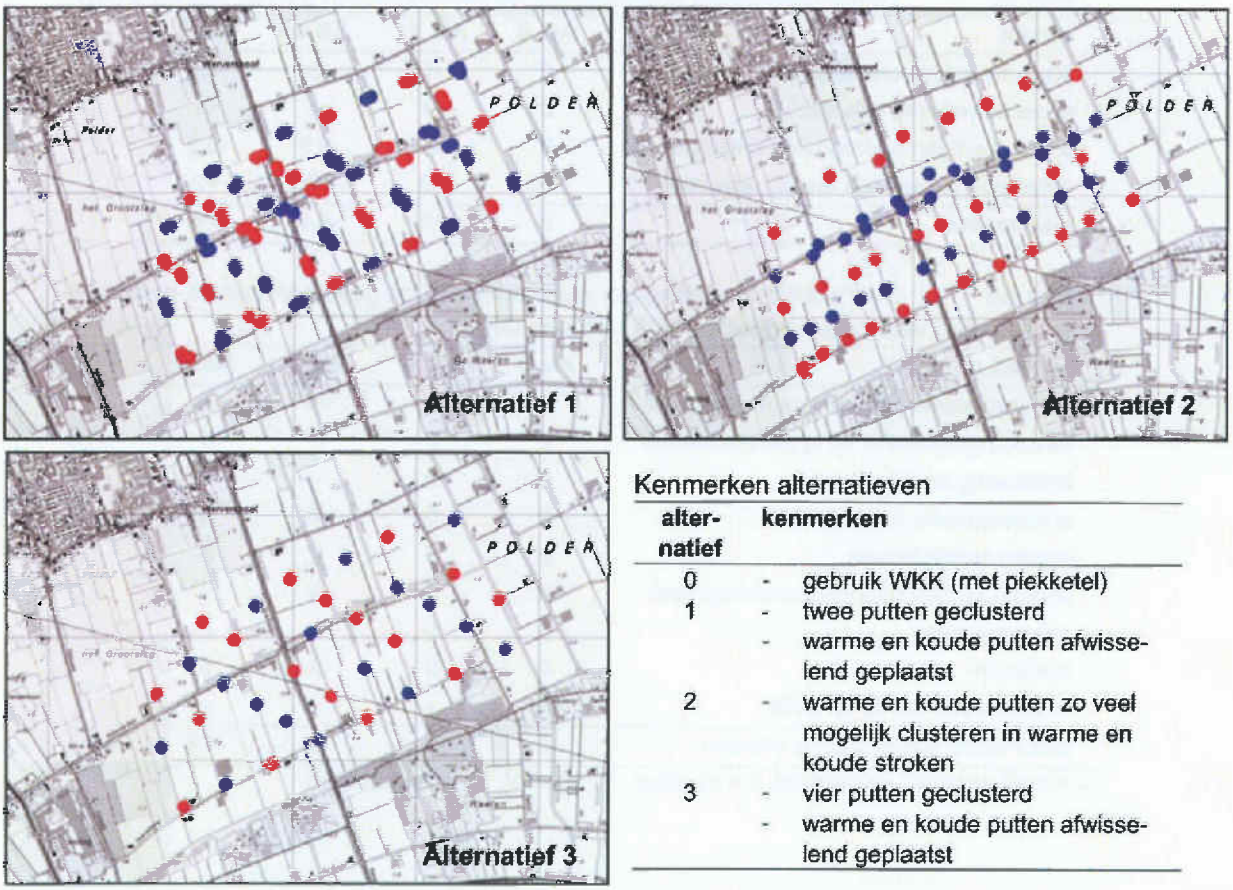
In het kader van het MER zijn voor de klimaatvoorziening drie alternatieven en een referentie-alternatief vastgesteld. Voor de gietwatervoorziening zijn geen alternatieven uitgewerkt. De belangrijkste variabele in de alternatieven voor de klimaatvoorziening met KWO is de situering van de putten. Uitgangspunt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

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 CO_2-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 CO_2-emissie

aspect	referentie	KWO
energieverbruik en CO_2-emissie	0	++
totale score energieverbruik en CO_2-emissie	0	+2

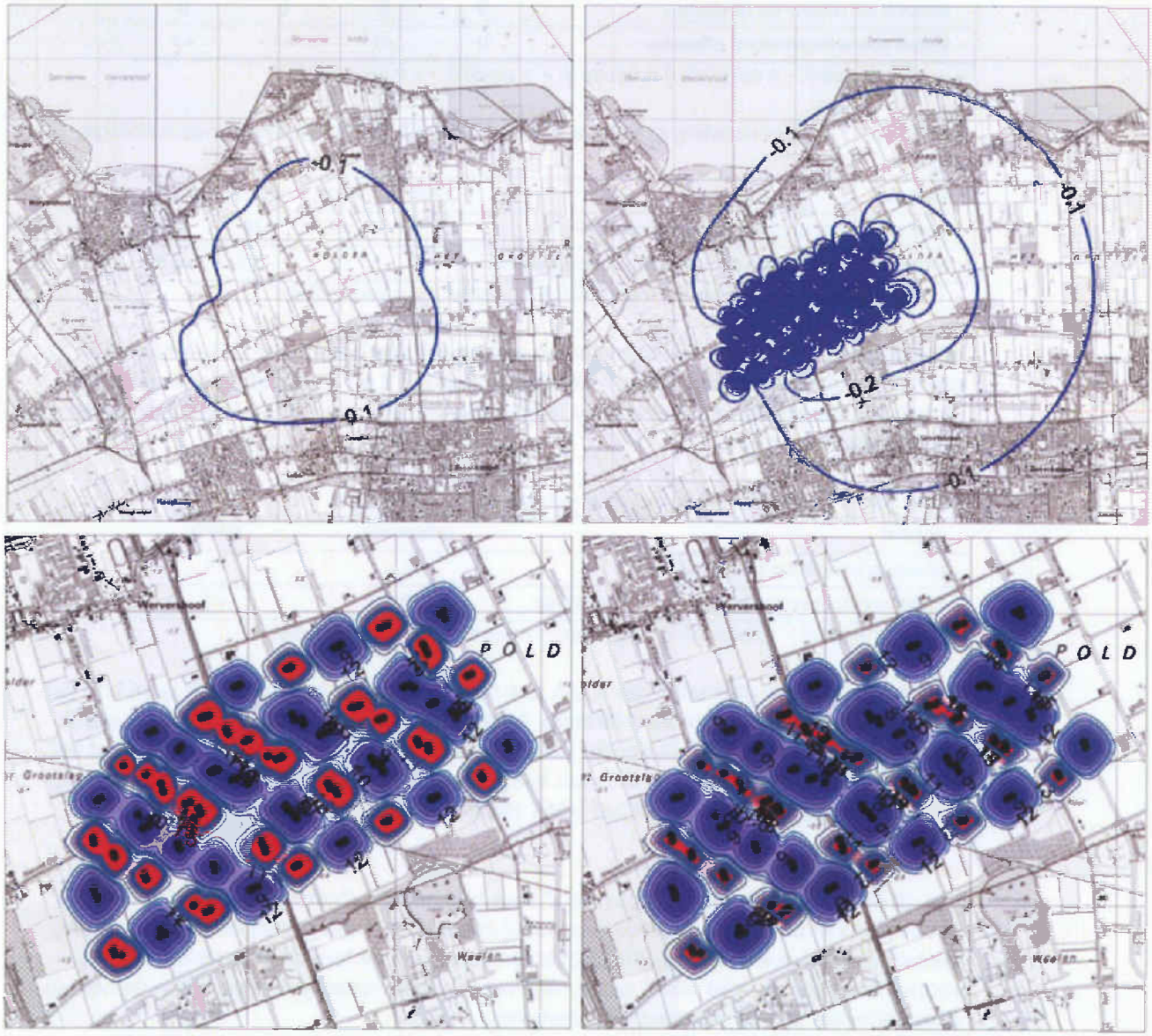
-- = zeer negatief; - = negatief; 0 = neutraal; + = positief; ++ = zeer positief

De totale score per alternatief geeft aan hoe milieuvriendelijk het alternatief is en hoe het alternatief zich verhoudt tot de referentie. Alternatief 1 heeft de hoogste score en wordt als meest milieuvriendelijk alternatief (MMA) beschouwd. Dit is tevens het alternatief dat is uitgewerkt in het Masterplan dat voor het gebied is opgesteld en waarvoor vergunning wordt gevraagd. In dit geval valt het MMA samen met het 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 CO_2-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 CO_2-emissie
Door toepassing van KWO kan jaarlijks tot 38% op primaire energie worden bespaard. De bijbehorende verlaging van de CO_2-emissies bedraagt 28% (circa 83.000 ton). Hierbij is de warmtelevering beschouwd die vanuit de bodem via warmtepompen aan het glastuinbouwgebied geleverd wordt. De besparing is gedefinieerd ten opzichte van de referentie met WKK's, waarbij de elektriciteitsproductie buiten beschouwing is gelaten. De verhouding van de geleverde energie versus de benodigde primaire energie voor de KWO is 2,56.

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. Hierrbij 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.

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. Zodoende treedt bij de infiltratie geen verzilting van het grondwater op.

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 Inleiding 17
1.1 Algemeen 17
1.2 Plangebied 18
1.3 m.e.r.-procedure en besluitvorming 18
1.4 Betrokken partijen 19
1.5 Reageren? 20
1.6 Wat kunt u vinden in dit MER? 20
1.7 Overzicht hoofdpunten uit richtlijnen MER 21

2 Achtergrond, doel en besluitvorming 23
2.1 Projectinformatie 23
2.2 Doelstelling 23
2.3 Beschrijving van het project: klimaatvoorziening 23
2.3.1 Waarom ondergrondse energieopslag? 23
2.3.2 Uitgangspunten energievraag 25
2.4 Beschrijving van het project: gietwatervoorziening 25
2.5 Besluitvorming 28

3 Bestaande milieutoestand en autonome ontwikkeling 29
3.1 Studiegebied 29
3.2 Bodem en water 30
3.2.1 Bodemopbouw 30
3.2.2 Geohydrologische parameters 33
3.2.3 (Grond) waterstand en grondwaterstroming 34
3.2.4 (Grond) waterkwaliteit en -temperatuur 35
3.2.5 Oppervlaktewaterkwaliteit 37
3.3 Grondwaterbelanghebbenden 38
3.3.1 Infrastructurele werken 38
3.3.2 Monumenten en historische gebouwen 38
3.3.3 Archeologische waarden 39
3.3.4 Aardkundige monumenten en waarden 39
3.3.5 Grondwatergebruikers 40
3.3.6 Bodem- en grondwaterverontreinigingen 41
3.4 Natuur en landschap 42
3.4.1 Beschrijving natuur en landschap 42
3.4.2 Natuurgebied de Weelen 43
3.4.3 Overige natuurgebieden 43
3.4.4 Natuurdoeltypen en landschapsdoelen 44
3.4.5 Inventarisatie beschermde en bedreigde soorten 45
3.5 Landbouw 45
3.6 Autonome ontwikkeling 47

4 Voorgenomen activiteit en alternatieven 50
4.1 Voorgenomen activiteit 50
4.1.1 Referentie situatie klimaatvoorziening 50
4.1.2 Energieconcept met koude-/warmteopslag en warmtepompen 51
4.2 Principe koude-/warmteopslag in de bodem 52
4.2.1 Koude- en warmtelevering 52
4.2.2 Energiestromen 53
4.2.3 Energiebalans 54
4.2.4 Dimensionering koude-/warmteopslag 55
4.2.5 Bronbelasting en onderhoudsmaatregelen 58

5 Alternatieven 60
5.1 Alternatief 0 – Referentiesituatie 60
5.2 Alternatief 1 – Geohydrologisch optimaal 60
5.3 Alternatief 2 – Thermisch optimaal 61
5.4 Alternatief 3 – Compromis 61

6 Milieu-effecten van de voorgenomen activiteit 63
6.1 Inleiding 63
6.2 Energieverbruik en emissies 63
6.2.1 Resultaten referentie 64
6.2.2 Resultaten KWO variant 64
6.2.3 Totaal overzicht beide varianten 65
6.2.4 Gevoeligheden energieverbruik 66
6.3 Hydrologische effecten en gevolgen daarvan 67
6.3.1 Schematisatie in tijd 67
6.3.2 Resultaten 69
6.3.3 Gevoeligheidsanalyse hydrologische effecten 72
6.3.4 Invloed op grondwaterstroming en grondwaterstand 75
6.3.5 Invloed op kwaliteit van grond- en oppervlaktewater 78
6.3.6 Invloed op bebouwing en infrastructuur 80
6.3.7 Invloed op archeologische waarden 83
6.3.8 Invloed op andere onttrekkingen 84
6.3.9 Invloed op bodem- en grondwaterverontreinigingen 85
6.3.10 Invloed op natuurwaarden 86
6.3.11 Invloed op de landbouw 87
6.3.12 Invloed KWO op RO en OHB 88
6.4 Thermische effecten en gevolgen daarvan 90
6.4.1 Beschrijving computerprogramma 90
6.4.2 Uitgangspunten voor de berekening 90
6.4.3 Resultaten van de thermische berekeningen 91
6.4.4 Invloed op kwaliteit van grondwater 92
6.4.5 Invloed op andere onttrekkingen 94
6.4.6 Invloed op natuurwaarden en landbouw 94
6.5 Gevolgen voor ondergronds ruimtegebruik 95

7 Beoordeling van de alternatieven 98
7.1 Vergelijking van de alternatieven 98
7.2 Optimalisatiemogelijkheden 100

8 Procedurele inpassing 102

9 Leemten in informatie 103

10 Evaluatie programma 104

Literatuurlijst 107

Afkortingen en verklarende woordenlijst 109

Inhoud "Figuren en bijlagenrapport":

Figuur #1 Kwel/infiltratiekaart
Figuur #2 Isohypsenpatronen eerste, tweede en derde watervoerende pakket
Figuur #3 Putlocaties alternatief 1
Figuur #4 Putlocaties alternatief 2
Figuur #5 Putlocaties alternatief 3
Figuur #6 Hydrologische effecten alternatief 1 winterseizoen (alleen KWO)
Figuur #7a Hydrologische effecten RO en OHB, zomerseizoen
Figuur #7b Hydrologische effecten RO en OHB, winterseizoen
Figuur #8a Hydrologische effecten alternatief 1 zomerseizoen (KWO, RO en OHB)
Figuur #8b Hydrologische effecten alternatief 1 winterseizoen (KWO, RO en OHB)
Figuur #9 Hydrologische effecten alternatief 2 winterseizoen (alleen KWO)
Figuur #10a Hydrologische effecten alternatief 2 zomerseizoen (KWO, RO en OHB)
Figuur #10b Hydrologische effecten alternatief 2 winterseizoen (KWO, RO en OHB)
Figuur #11 Hydrologische effecten alternatief 3 winterseizoen (alleen KWO)
Figuur #12a Hydrologische effecten alternatief 3 zomerseizoen (KWO, RO en OHB)
Figuur #12b Hydrologische effecten alternatief 3 winterseizoen (KWO, RO en OHB)
Figuur #13 Thermische effecten na 20 jaar energieopslag, alternatief 1
Figuur #14 Thermische effecten na 20 jaar energieopslag, alternatief 2
Figuur #15 Thermische effecten na 20 jaar energieopslag, alternatief 3

Bijlage 1 Procedure m.e.r. en vergunning Grondwaterwet
Bijlage 2 Overzicht hoofdpunten uit richtlijnen MER
Bijlage 3 Toelichting omgekeerde osmose (RO)
Bijlage 4 Toelichting uitgangspunten gietwatervoorziening
Bijlage 5 Samenvatting relevante wet- en regelgeving
Bijlage 6 Grondwatermodel
Bijlage 7 Geohydrologische geschiedenis
Bijlage 8 Inventarisatie Natuurloket
Bijlage 9 Invloed grondwatersysteem op waterkwaliteit
Bijlage 10 Berekening van de zetting

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In dit MER wordt het glastuinbouwgebied aangeduid als "het glastuinbouwgebied" of "Het Grootslag". De polder waarin het glastuinbouwgebied zich bevindt, wordt aangeduid als "Polder Het Grootslag".
Het glastuinbouwgebied is gelegen in de gemeenten Andijk en Wervershoof. Het glastuinbouwgebied is bedoeld voor de vestiging van (grootschalige) glastuinbouwbedrijven. De ontwikkelaar van Het Grootslag, heeft het voornemen om de klimaatvoorziening in de kassen op een duurzame wijze in te richten. Doelstelling is een reductie in het verbruik van fossiele brandstoffen te bewerkstelligen en hiermee een reductie in de uitstoot van broeikasgassen (CO_2 en NO_x) te leveren.

Voor het duurzaam inrichten van de kassen bij Het Grootslag is men voornemens ondergrondse energieopslag toe te passen, ook wel koude-/warmteopslag genoemd (KWO). Bij deze techniek wordt gelijktijdig grondwater aan de bodem onttrokken en in de bodem geïnfiltreerd. De koude en warmte uit het verpompte grondwater wordt daarbij gebruikt voor de koeling of verwarming van de kassen. Daarnaast zal ook voor de gietwatervoorziening gebruik worden gemaakt van de ondergrond, in de vorm van ondergrondse hemelwaterberging (OHB) en grondwateronttrekking in combinatie met zuivering via omgekeerde osmose (RO) en retournering van het overgebleven water.

Alle genoemde onttrekkingen zijn vergunningplichtig in het kader van de Grondwaterwet. Voor de infiltratie van het overgebleven water van de omgekeerde osmose is een ontheffing in het kader van het lozingenbesluit Wet bodembescherming nodig. De Provincie Noord-Holland is in beide gevallen het bevoegd gezag. De grondwateronttrekking die nodig is voor KWO is voor de individuele bedrijven groter dan 3 miljoen m³ per jaar. Dit betekent dat voor het verkrijgen van een vergunning Grondwaterwet een m.e.r.-procedure moet worden doorlopen. Besloten is om deze m.e.r. niet per individueel bedrijf, maar gezamenlijk op te pakken via de projectontwikkelaar Het Grootslag B.V. De belangrijkste redenen voor de gezamenlijke aanpak zijn:

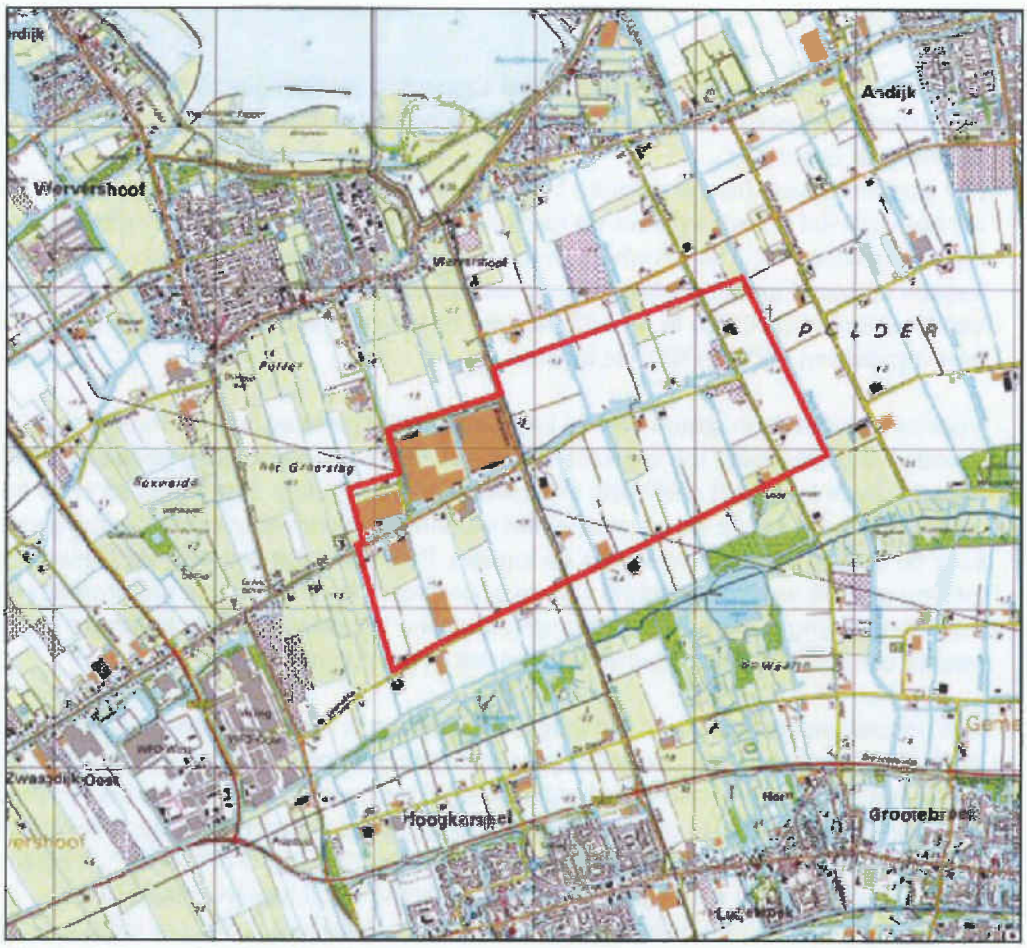
- onderlinge afstemming van het grondwatergebruik en zodoende een zo optimaal mogelijk gebruik van de mogelijkheden van de ondergrond;
- vereenvoudiging van de vergunningprocedure door alles in één keer te regelen;
- handelingssnelheid van de bedrijven verbeteren (als de vergunning van kracht is kan, onder voorwaarden, worden volstaan met een melding; zie ook hoofdstuk 7).

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

Het voorliggende document betreft het MER voor de grondwateronttrekkingen ten behoeve van de klimaat- en gietwatervoorziening van Het Grootslag.

1.2 Plangebied

Figuur 1-1 toont de ligging van het glastuinbouwgebied Het Grootslag. De bruto oppervlakte van de ontwikkeling bedraagt 370 hectare, waarvan uiteindelijk ongeveer 230 hectare netto uit kassen zal bestaan.



Figuur 1-1 Ligging Het Grootslag (topografische kaarten dateren van 2003-2006)

1.3 m.e.r.-procedure en besluitvorming

Voorafgaand aan deze MER is een startnotitie geschreven. Deze Startnotitie vormt de eerste stap van de procedure van de milieueffectrapportage (m.e.r.). Deze wettelijke m.e.r.-regeling is opgezet met als hoofddoel het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming over activiteiten met een mogelijk belangrijke invloed op het milieu [lit. i1].

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 een milieueffectrapport (MER), dat wordt voorafgegaan door deze Startnotitie. In zowel de Startnotitie als 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.

Een milieueffectrapportage staat niet op zichzelf, het is een hulpmiddel bij de besluitvorming van de overheid over de betreffende activiteit. Daarom is een milieueffectrapportage steeds gekoppeld aan een overheidsbesluit en de procedure die daarvoor moet worden doorlopen. In dit geval gaat het om het onttrekken (en infiltreren) van grondwater voor de energieopslag en gietwatervoorziening. Hierdoor is besluitvorming over een vergunningaanvraag in het kader van de Grondwaterwet van toepassing. Aangezien voor de ondergrondse energieopslag meer dan 3 miljoen m³ grondwater per jaar verplaatst wordt, geldt op basis van het Besluit milieueffectrapportage 1994, Bijlage Onderdeel C, artikel 15.2, voor deze activiteit de m.e.r.-plicht. Bijlage 1 beschrijft de m.e.r.-procedure en geeft de samenhang weer met de procedure voor de vergunning Grondwaterwet

Naast deze m.e.r. die op grond van het besluit milieueffectrapportage nodig is voor de aanvraag van de vergunning Grondwaterwet, is nog een andere m.e.r.-procedure doorlopen, namelijk de m.e.r.-procedure die nodig was voor de partiële herziening van het streekplan Noord-Holland Noord voor de glastuinbouwlocatie Het Grootslag (afgerond in mei 2000). Op basis van het herziene streekplan heeft vervolgens Bestemmingsplanwijziging plaatsgevonden.

1.4 Betrokken partijen

Bij milieueffectrapportages zijn verschillende partijen betrokken, met ieder een eigen invalshoek. In het geval van de m.e.r. Grondwaterwet Het Grootslag gaat het om de volgende partijen:

1. Initiatiefnemers

De initiatiefnemer van de m.e.r.-plichtige activiteit is:

Het Grootslag BV
Boslaan 123
8253 AJ Dronten
Contactpersoon: dhr. drs. R. de Haan

Het Grootslag BV is ontwikkelaar van het glastuinbouwgebied.

2. Bevoegd gezag

Gedeputeerde Staten van Noord-Holland zijn bevoegd om over het voornemen waarvoor het MER wordt opgesteld (= in het kader van de Grondwaterwet vergunningplichtige activiteit) een besluit te nemen en zijn daarmee het bevoegd gezag. Ook voor het Lozingenbesluit Wet bodembescherming is de Provincie het bevoegd gezag.

3. Commissie voor de milieueffectrapportage (Cmer)

De Cmer is een onafhankelijke commissie die per m.e.r.-procedure uit haar leden een werkgroep samenstelt. De werkgroep bestaat uit een voorzitter, een werkgroepsecretaris en gemiddeld drie tot vijf deskundigen. De voorzitter en de deskundigen mogen op geen enkele manier belang hebben bij het project waarover zij zich moeten uitspreken. De werkgroep adviseert het bevoegd gezag op twee momenten: eerst over de richtlijnen voor de inhoud van het MER (in het zogenoemde richtlijnenadvies) en later over de volledigheid en juistheid van het MER (in het zogenoemde toetsingsadvies).

4. Insprekers

Insprekers zijn personen of organisaties die op bepaalde momenten in de procedure (zie bijlage 1) hun mening over de gewenste inhoud van het milieueffectrapport en/of over de juistheid en volledigheid van het opgestelde milieueffectrapport kenbaar maken. Het staat een ieder vrij als inspreker op te treden.

1.5 Reageren?

Na bekendmaking van dit MER wordt deze voor een periode van 6 weken ter inzage gelegd door de provincie Noord-Holland. Tijdens de inzageperiode kunnen inspraakreacties worden ingebracht bij:

Gedeputeerde Staten van Noord-Holland
t.a.v. dhr. drs. P.H.M. Huits
Postbus 3007
2001 DA HAARLEM

Bij de inspraak kunt u reageren op de uitkomsten van het Milieu Effect Rapport (zie ook bijlage 1 voor procedurele samenhang).

1.6 Wat kunt u vinden in dit MER?

In het voorliggende Milieu Effect Rapport zijn de milieueffecten van de voorgenomen activiteit (KWO, OHB en RO) en de gevolgen daarvan beschreven. Voorliggende MER geeft een onderbouwing vanuit de milieueffecten voor (de keuze van) het alternatief waarvoor een vergunning Grondwaterwet wordt aangevraagd.

Het MER bestaat uit twee deelrapporten, namelijk het hoofdrapport (dit rapport) en het bijlagenrapport. In het bijlagenrapport zijn figuren en bijlagen opgenomen. Om aan te geven dat de betreffende figuren in het bijlagenrapport te vinden zijn, is voor het figuurnummer een # geplaatst, bijvoorbeeld figuur #1.

Het rapport is onderverdeeld in een aantal hoofdstukken. In Hoofdstuk 2 is achtergrondinformatie over het project en de bijbehorende besluitvorming opgenomen. Hoofdstuk 4 beschrijft de voorgenomen energievoorziening en de alternatieven die in het MER zijn uitgewerkt. In de hoofdstukken 3 en 5 zijn de geohydrologie, de belangen in de omgeving en de milieueffecten voor de verschillende alternatieven omschreven. Een afweging tussen de alternatieven op basis van milieueffecten is gemaakt in hoofdstuk 6, waarbij tevens het Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA) is bepaald. Hoofdstuk 7 behandelt de

procedurele inpassing. Tot slot gaat hoofdstuk 8 in op de belangrijkste leemten in informatie en wordt in hoofdstuk 9 een voorstel gedaan voor een evaluatieprogramma.

1.7 Overzicht hoofdpunten uit richtlijnen MER

In de onderstaande tabellen is aangegeven welke richtlijnen er door de m.e.r.-commissie zijn opgesteld. In de meest rechtse kolom staat aangegeven waar deze richtlijn behandeld wordt in dit MER.

Hoofdstuk 1 Hoofdpunten van het advies

hoofdstuk/paragraaf in de richtlijnen	omschrijving	terug te vinden in het MER in hoofdstuk
1	Ruimtelijke situering van de bronnen	5
1	Beschrijven hydrologische effecten van alternatieven en gevoeligheidsanalyse.	6.3
1	Energetisch functioneren (o.a. lekverliezen, systeemprestatie) van KWO	6.2 en 6.4
1	Interactie KWO en OHB/RO	6.3
1	Opstellen goede samenvatting	samenvatting

Hoofdstuk 2 Achtergrond, doelen en besluitvorming

hoofdstuk/paragraaf in de richtlijnen	omschrijving	terug te vinden in het MER in hoofdstuk
2.1	Achtergrond en doelen van het initiatief	2.1 t/m 2.4
2.2	Beschrijven van het relevante beleidskader	2.5
2.3	Besluitvorming	2.5

Hoofdstuk 3 Voorgenomen activiteit en alternatieven

hoofdstuk/paragraaf in de richtlijnen	omschrijving	terug te vinden in het MER in hoofdstuk
3.1	Uitgebreide omschrijving alternatieven KWO (zowel technisch als energetisch)	5
3.2	Afwegingen bij alternatieven	5
3.3	Afweging meest milieuvriendelijke alternatief	7.1
3.4	Beschrijving referentiesituatie KWO	4.1 en 5.1

Hoofdstuk 4 Bestaande milieutoestand, autonome ontwikkeling en gevolgen voor het milieu

hoofdstuk/paragraaf in de richtlijnen	omschrijving	terug te vinden in het MER in hoofdstuk
4	Kaart studiegebied en objecten die gevoelig kunnen zijn voor grondwatereffecten	3
4.1	Beschrijving geologische opbouw	3.2 en bijlage 6
4.1	Beschrijving geohydrologie	3.2 en bijlage 6
4.1	Beschrijving grond- en oppervlaktewater	3.2
4.1	Beschrijving bodem- en grondwaterverontreinigingen	3.3
4.1	Gevoeligheid aanwezige natuur voor grondwaterstand veranderingen	3.4
4.1	Beschrijving archeologie	3.3
4.1	Beschrijf de veranderingen op bovengenoemde aspecten	6.3 en 6 4
4.2	Ga in op energiebesparing (o.a. reductie CO2, aardgas)	6.2
4.3	Beschrijving van gevolgen voor landbouw en landschap	6.3 en 6.4

Hoofdstuk 5 Overige onderdelen in het MER

hoofdstuk/paragraaf in de richtlijnen	omschrijving	terug te vinden in het MER in hoofdstuk
5	Vergelijking alternatieven	7.1 (o.b.v. hoofdstuk 6)
5	Leemten in informatie	9
5	Opstellen evaluatieprogramma	10

2 Achtergrond, doel en besluitvorming

Het MER is bedoeld om inzicht te geven in de milieueffecten van de voorgenomen activiteit. Leidraad bij het opstellen van het MER zijn de richtlijnen zoals die door de Provincie zijn vastgesteld [Lit. 1]. In bijlage 2 is een overzicht opgenomen met de hoofdpunten uit de richtlijnen en waar deze in het MER zijn behandeld.

2.1 Projectinformatie

Figuur 1-1 toont de ligging van Het Grootslag. Het Grootslag heeft een bruto oppervlakte van 360 ha waarvan 230 ha netto uit glastuinbouw zal bestaan. De overige 130 ha is bestemd voor onder andere water (bassins & oppervlaktewater), infrastructuur, woningen en groenvoorzieningen. Het gebied wordt in 4 fasen ontwikkeld.
In 1999 en 2000 is fase 1 gebouwd met ongeveer 30 ha kassen. In de jaren daarna tot en met 2006 is daar nog ongeveer 13 ha bijgebouwd. In 2007 is circa 26 ha glas gebouwd. 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.

2.2 Doelstelling

Voor de ontwikkeling van het glastuinbouwgebied Het Grootslag is in de startnotitie MER [Lit. 2] de volgende doelstelling opgenomen:
"een reductie in het verbruik van fossiele brandstoffen te bewerkstelligen en hiermee een reductie aan de uitstoot van broeikasgassen (CO_2 en NO_x) te leveren".

Ondergrondse energieopslag (= koude-/warmteopslag = KWO) vormt een belangrijk onderdeel in veel duurzame kasconcepten. De verwachting is dat voor de klimaatvoorziening van de kassen steeds vaker gebruik zal worden gemaakt van KWO. Toepassing van KWO kan dan ook helpen de doelstelling uit de startnotitie te realiseren. In dit MER is rekening gehouden met maximale toepassing van KWO in het gebied.

2.3 Beschrijving van het project: klimaatvoorziening

2.3.1 Waarom ondergrondse energieopslag?

Voor de glastuinbouw wordt al een aantal jaren gewerkt aan de ontwikkeling van de (semi) gesloten kas. In principe komt dit erop neer dat in de zomerperiode een mogelijkheid wordt geïntroduceerd voor het koelen van de kas, waardoor niet of in beperktere mate behoeft te worden gelucht. Dit brengt nieuwe teeltmogelijkheden met zich mee, omdat zowel koeling als ontvochtiging als productiefactor in de teelt wordt geïntroduceerd. Daarnaast is de beoogde energietransitie van fossiele brandstoffen naar duurzame bronnen een belangrijke drijfveer. In de winterperiode kan namelijk met behulp van elektrisch

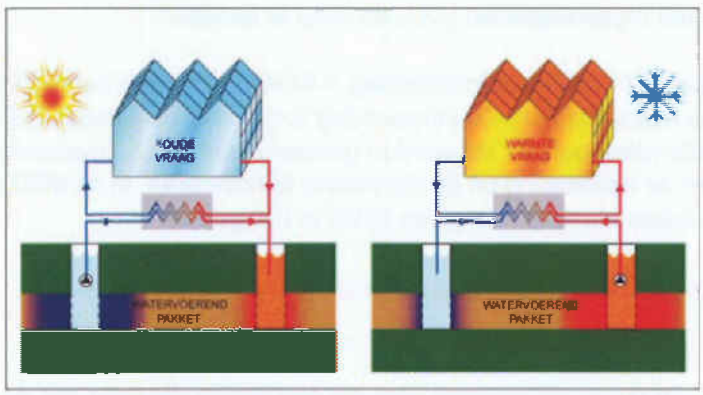
aangedreven warmtepompen warmte worden geleverd aan de kas. Hierbij wordt vanuit de bodem de benodigde bronwarmte geleverd. In deze opzet wordt dus geen aardgas meer gebruikt voor verwarming of in ieder geval minder.

Ondergrondse energieopslag

De hoeveelheid warmte die de kas binnen komt is sterk afhankelijk van het seizoen en het moment van de dag (dag of nacht, weersomstandigheden). Met name in de winterperiode is er daardoor een warmtetekort en in de zomerperiode een warmteoverschot. Ondergrondse energieopslag 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 warmte, al dan niet met behulp van warmtepompen, te onttrekken aan het warme grondwater dat in de zomer geïnfiltreerd is. 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 (zie Figuur 2-1).

Door de kas (semi-)gesloten te houden en met behulp van een energieopslagsysteem te koelen, kan vooral in de zomerperiode veel warmte worden ingevangen en opgeslagen. Deze warmte kan vervolgens 's nacht en in het winterseizoen worden ingezet. Als een kas continu gesloten gehouden wordt, dan produceert deze meer warmte dan de kas zelf nodig heeft. Door de juist keuze van de mate van geslotenheid van de kas en/of het aandeel (semi)gesloten kas ten opzichte van het aandeel niet gesloten kas kan de hoeveelheid ingevangen warmte goed worden afgestemd op de warmtevraag en is niet of nauwelijks nog aanvullende verwarming nodig.

Het (semi-)gesloten houden van de kas heeft daarnaast nog andere voordelen, zoals een beperking van de gietwaterbehoefte (minder vochtverliezen via geopende ramen), beperking van de CO_2 verliezen (via open ramen) en een kleinere kans op toetreding van ziektekiemen.



Figuur 2-1 Schematische weergave koude-/ warmte-opslag

2.3.2 Uitgangspunten energievraag

De exacte energiebehoefte vanuit het koude- en warmteopslagsysteem is afhankelijk van een groot aantal factoren. De ontwikkelingen op het gebied van de (semi) gesloten kas staan nog in de kinderschoenen. Gezien de snelheid van de ontwikkelingen in de techniek en de diversiteit van de ondernemingen in product, teeltwijze en bedrijfsvoering is (zeker voor de langere termijn) een nauwkeurige inschatting van de energiebehoefte nagenoeg onmogelijk. Wel is het mogelijk een inschatting van de maximale warmtevraag te maken aan de hand van het energieverbruik in bestaande kassen bij bepaalde teelten.

In het kader van het Masterplan bronnen [Lit. 3] is aan de hand van het aardgasverbruik (het gedeelte daarvan dat voor verwarming wordt ingezet) de warmtevraag van het gebied vastgesteld. De aardgasverbruik per vierkante meter kas voor verwarming varieert van 30 tot 50 m^3 aardgasverbruik per jaar. Dit komt overeen met 0,95 tot 1,56 GJ per vierkante meter per jaar aan warmtevraag. Koeling is hierbij (vooralsnog) buiten beschouwing gelaten. Voor de berekeningen is voor de bepaling van de warmtelevering door de KWO, conform het masterplan, uitgegaan van circa 47 m^3 aardgas per jaar en circa 2.500 vollasturen voor verwarming. Uitgaande van 230 hectare netto glasoppervlak resulteert dat in 380 MW_t verwarmingsvermogen en 947 GWh_t warmtevraag. Eventueel resterende warmtevraag of pieklevering is verder buiten beschouwing gelaten.

Deze energievraag kan op verschillende manieren worden geleverd, met verschillende componenten, zoals gasgestookte ketels, warmte-kracht-installaties (WKK), warmtepompen in combinatie met koude-/ warmteopslag, etc. Afhankelijk van de wijze waarop de energievraag wordt ingevuld zal de benodigde opwekkingsenergie variëren.

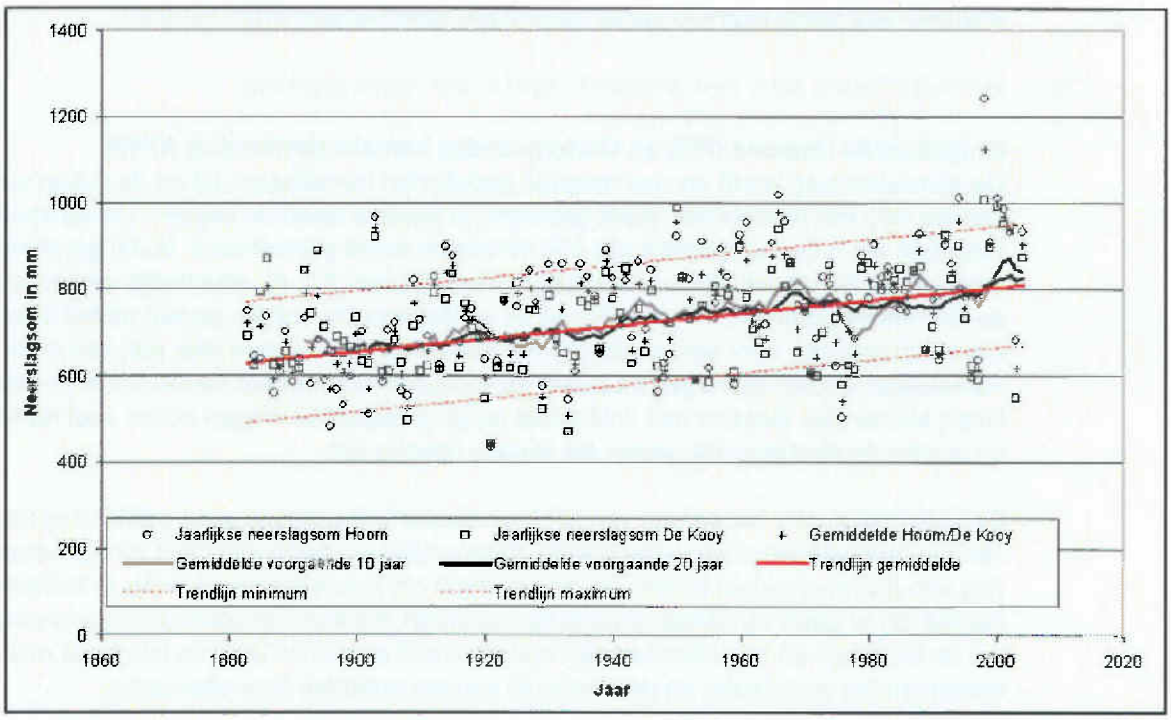
2.4 Beschrijving van het project: gietwatervoorziening

Omgekeerde Osmose (RO) en Ondergrondse hemelwaterberging (OHB)
De gietwatervraag wordt zo veel mogelijk gedekt met hemelwater dat op de daken van de kassen valt. Het hemelwater wordt geborgen in bassins naast de kassen. De minimale wettelijke eis is dat per hectare kas 500 m^3 bassin wordt gerealiseerd. In dat geval kan volgens het Handboek Milieumaatregelen Glastuinbouw [Lit. 4], afhankelijk van de teelt en het neerslagpatroon, 45 tot 85% van de waterbehoefte worden gedekt uit het bassin. Als wordt gekozen voor een groter volume aan bassin per hectare kas, dan kan meer hemelwater worden geborgen en zullen de verliezen (doordat het bassin vol is en overloopt) kleiner zijn. Bassins met voldoende bergingscapaciteit vragen echter veel ruimte en worden landschappelijk gezien als nadelig beschouwd.

Een alternatief voor het bergen van het hemelwater in bassins is ondergrondse opslag van het opgevangen regenwater (OHB). Belangrijke voordelen van OHB zijn de besparing van (bovengrondse) ruimte, de mogelijkheid om jaaroverstijgend water te bufferen en het feit dat er geen verdampingsverliezen optreden. Nadeel van ondergrondse opslag is dat de kwaliteit van het infiltratiewater nadelig wordt beïnvloed door de interactie met de bodem en het grondwater en dat verliezen kunnen optreden door afstroming.

De haalbaarheid van OHB is voor één van de bedrijven onderzocht door Geomet. Hoewel de conclusie van het onderzoek op het eerste gezicht positief lijkt, is hierbij tevens aangegeven dat naar verwachting slechts 20 à 25% van het geïnfiltreerde water bij onttrekking nog van voldoende kwaliteit is. Wel is bekend dat ten westen van het gebied (met succes) OHB wordt toegepast. Ten westen van het gebied is het zoutgehalte van het grondwater relatief laag, wat gunstig is voor het rendement van OHB. In oostelijke richting loopt het zoutgehalte op, waardoor het rendement van de OHB zal afnemen. De kansen voor OHB zijn daardoor in het westelijk deel van het gebied het grootst.
In hoeverre OHB interessant is in het gebied is onzeker. In het Masterplan is aangenomen dat OHB in het gehele gebied toepasbaar is. Op die manier vormt het Masterplan in ieder geval geen belemmering voor OHB, als dat mogelijk blijkt te zijn in (een deel van) het gebied. In dit MER wordt rekening gehouden met toepassing van OHB. Omdat de effecten bij collectieve toepassing van OHB in het eerste watervoerende pakket onacceptabel zijn, is OHB in het tweede watervoerende pakket het uitgangspunt.

Voor de gietwaterbehoefte in Het Grootslag is in overleg besloten uit te gaan van 8.400 m³ per hectare kas per jaar. De totale gietwatervraag voor het gehele gebied (230 hectare kas) is dan 1.923.000 m³/j. De gemiddelde jaarlijkse neerslag in het gebied bedraagt ongeveer 810 mm (8.100 m³/ha). In een droog jaar kan de neerslag ongeveer 670 mm bedragen (zie Figuur 2-2, trendlijn minimum). Bij het opvangen van het hemelwater zal altijd een deel van het water verloren gaan, onder andere doordat het bassin soms al vol is en doordat een deel van het water na een bui op de kasdaken achterblijft en verdampt. Alleen neerslag is daarom in de meeste jaren niet voldoende om de gietwaterbehoefte te dekken.



Figuur 2-2 Neerslaggegevens meetstations De Kooy en Hoorn (Bron: KNMI)

Op basis van dag-neerslaggegevens (periode 1986 t/m 2004) en het globale watervraagpatroon is voor 500 m³ bassin per hectare kas berekend dat per hectare kas 3.700 tot 6.700 m³/j kan worden geleverd. Dit betekent dat er per hectare kas een tekort bestaat van 1.700 tot 4.700 m³/j.

Voor de levering van dit tekort wordt uitgegaan van grondwateronttrekking en zuivering met behulp van omgekeerde osmose (zie toelichting in bijlage 3). Uitgaande van het maximale tekort, moet per hectare kas 4.700 m³ gietwater geleverd worden per jaar. Bij een recovery van 50% (zie uitleg in bijlage 3) moet hiervoor 9.400 m³ grondwater per jaar worden onttrokken per hectare kas en blijft 4.700 m³ water over dat weer in de bodem wordt teruggebracht op grotere diepte. Voor de gietwaterproductiecapaciteit wordt, onder andere op basis van de informatie die is aangeleverd door enkele tuinders die al gebruik maken van RO, uitgegaan van 2,5 m³/uur per hectare kas (voor nadere toelichting zie bijlage 4). Dit betekent per hectare kas een onttrekkingscapaciteit van 5,0 m³/uur en een infiltratiecapaciteit van 2,5 m³/uur.

OHB vindt, net als RO, plaats in het tweede watervoerende pakket. De onttrekkingscapaciteit van de OHB is circa 2,5 m³/uur per hectare kas. Als OHB op alle bedrijven in Het Grootslag wordt toegepast (wat niet waarschijnlijk wordt geacht: op basis van onderzoek wat in opdracht van één van de bedrijven is uitgevoerd, is een laag te verwachten rendement naar voren gekomen wat de toepassing van hemelwaterberging op die locatie niet interessant maakt. In dit MER wordt rekening gehouden met toepassing van OHB om daarmee eventuele mogelijkheden open te houden), dan is de totale onttrekkingscapaciteit 575 m³/uur. Voor de maximaal te infiltreren hoeveelheid is bij OHB uitgegaan van 5.000 m³/j per hectare kas (voor nadere toelichting zie bijlage 4), ofwel 1.150.000 m³/j in totaal voor heel 'Het Grootslag'.

De maximaal te onttrekken hoeveelheid uit de OHB is afhankelijk van het rendement. In het meest gunstige geval is de hoeveelheid die kan worden onttrokken net zo groot als de hoeveelheid die geïnfiltreerd is.

Tabel 2-1 geeft voor de gietwatervoorziening een overzicht van de uitgangspunten die in dit MER zijn aangehouden.

Tabel 2-1 Uitgangspunten gietwatervoorziening

	RO *	OHB
onttrekkingscapaciteit per hectare kas [m³/uur]	5	2,5
onttrekkingscapaciteit hele gebied [m³/uur]	1.150	575
onttrekking per hectare kas [m³/jaar]	9.400	5.000
totale onttrekking hele gebied [m³/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).

2.5 Besluitvorming

Beleidskader
Voor de realisatie van de voorgenomen grondwateronttrekkingen gelden wettelijke randvoorwaarden en uitgangspunten. Deze vloeien voort uit wetgeving en beleid op Europees, nationaal, provinciaal en lokaal niveau. De wettelijke bepalingen en het beleid nemen in de Testprocedure een belangrijke plaats in. Dit heeft meerdere redenen. Niet alleen bevatten ze de randvoorwaarden en uitgangspunten waarbinnen het voornemen moet worden vormgegeven, tevens biedt dit kader inzicht in de plannen die al voor plangebied en de omgeving daarvan bestaan, de zogeheten autonome ontwikkeling. Daarnaast geven de wettelijke bepalingen en het beleid inzicht in de status van deze plannen. In bijlage 5 is alle relevante wet- en regelgeving kort weergegeven.

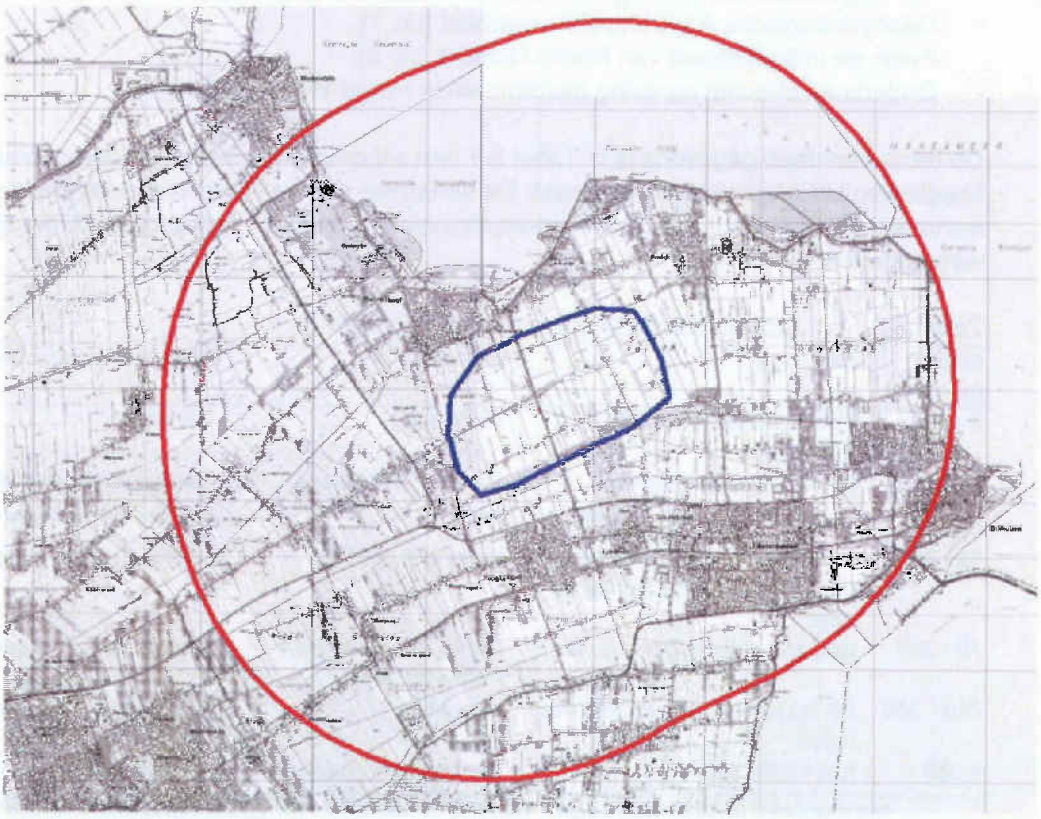
Meest relevante beleid voor het voornemen uit dit MER de grondwateronttrekking/infiltratie binnen Het Grootslag
De noodzaak om het voorliggende MER uit te voeren (grootschalige toepassing van KWO) komt in belangrijke mate voort uit de wens om de glastuinbouw duurzamer te maken. Dit is beleidsmatig vastgelegd in het Convenant Glastuinbouw, het Actieplan voor een klimaatneutrale glastuinbouw en het Duurzaamheidakkoord.

Voorliggend MER is bedoeld om inzicht te geven in de milieueffecten als gevolg van de voorgenomen grondwateronttrekking/infiltratie ten behoeve van de klimaat- en gietwatervoorziening: KWO, RO en OHB. Deze voorgenomen activiteiten zijn rechtstreeks verbonden aan de Grondwaterwet (KWO, RO en OHB) en het Lozingenbesluit Wet bodembescherming (alleen RO), waarvoor middels dit MER vergunning/ontheffing wordt gevraagd. Bij de beoordeling van deze aanvragen wordt het voornemen en de milieueffecten daarvan getoetst aan het beleid van de Provincie (Milieubeleidsplan, Provinciaal Waterplan, Landbouw Effect Rapportage) en de Europese en landelijke wetgeving voor zover deze van toepassing is (onder andere Wet bodembescherming, Vogel- en Habitatrichtlijn, Verdrag van Malta).

3 Bestaande milieutoestand en autonome ontwikkeling

3.1 Studiegebied

Het studiegebied omvat Grootslag en omgeving, voor zover daar effecten kunnen optreden als gevolg van de voorgenomen grondwateronttrekking en -infiltratie. Figuur 3.1 toont de ligging van het studiegebied met daaromheen de maximale invloedsgebieden uit de hydrologische berekeningen (zie hoofdstuk 5). Het blauwe contour toont de ligging van het 5 cm invloedsgebied in de deklaag. Het rode contour toont de ligging van het 10 cm invloedsgebied in het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket.



Figuur 3-1 Situering van het glastuinbouwgebied met daaromheen het studiegebied op basis van de hydrologische berekeningen. In blauw het studiegebied voor de deklaag (grondwaterstandverandering van 5 cm of meer mogelijk) en in rood het studiegebied voor de watervoerende pakketten (stijghoogteveranderingen van 10 cm of meer mogelijk)

Voor de inventarisatie van belangen in de omgeving is beoordeeld welk invloedsgebied relevant is. Het gebied waar binnen de grondwaterstand meer dan 5 cm kan veranderen onder invloed van het voornemen, vormt het studiegebied voor de grondwaterstandafhankelijk belangen (blauwe contour). Voor de overige belangen (waaronder gebruikers van de diepere watervoerende pakketten) is uitgegaan van een verandering van 10 cm in de watervoerende pakketten ten gevolge van het voornemen (het rode contour).

3.2 Bodem en water

3.2.1 Bodemopbouw

De bodemopbouw in het gebied is het resultaat van miljoenen jaren geohydrologische geschiedenis. Bijlage 7 geeft een beschrijving van deze geschiedenis, voor zover voor deze studie relevant. De bodemopbouw in de regio verschilt van plek tot plek. De bodemopbouw in de directe omgeving van de locatie is beschreven op basis van de volgende gegevens:

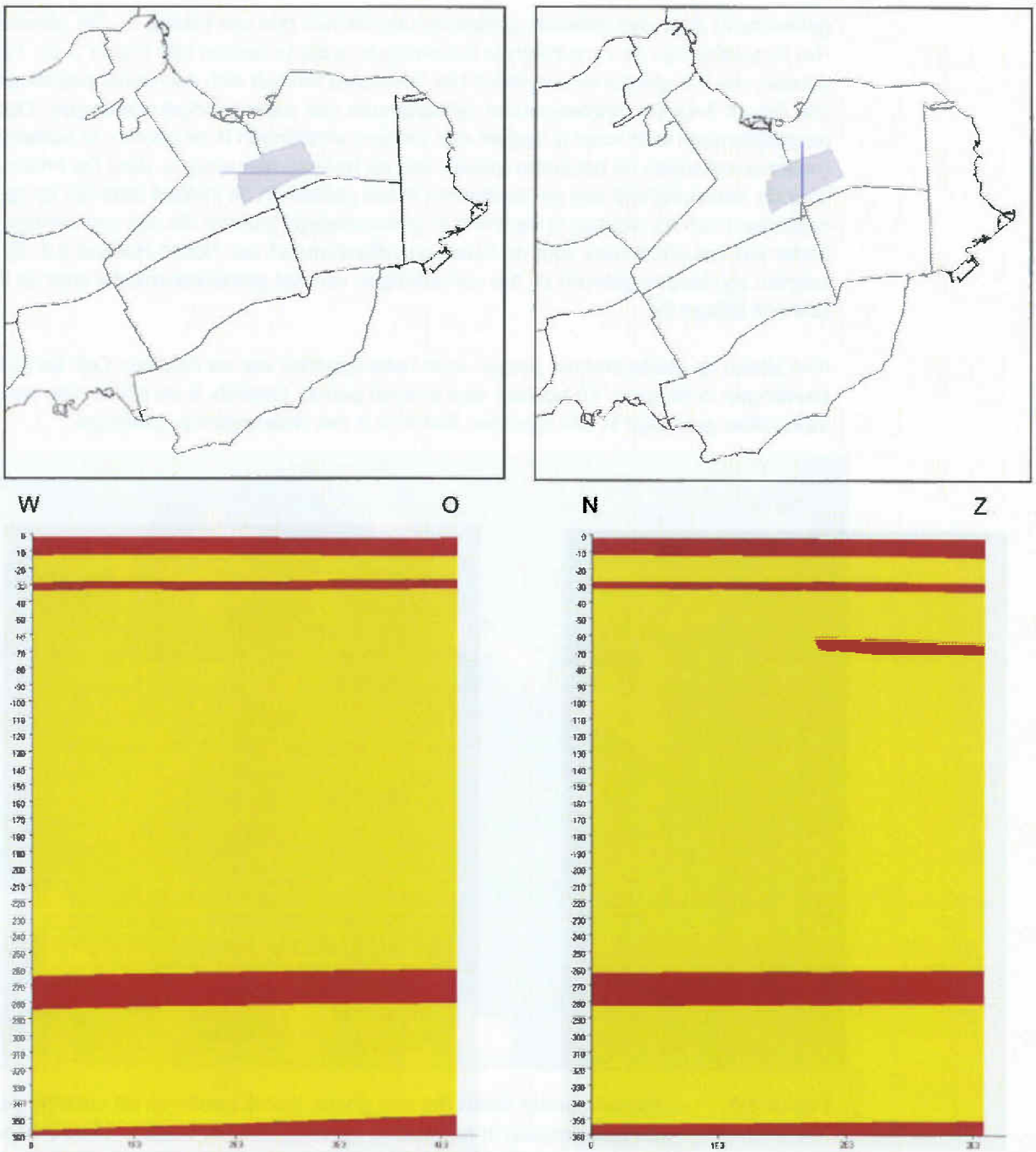
- boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINOLoket;
- de Grondwaterkaart van Nederland, Medemblik [Lit. 5];
- de Grondwaterkaart van Nederland, Alkmaar [Lit. 6]
- het Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS);
- Geohydrologische Atlas IJsselmeergebied [Lit. 7];
- Kwel- en infiltratiekaart van Noord-Holland [Lit. 8];
- Onderzoek effecten sanering gasbronnen in Noord-Holland [Lit. 9].

Op basis van deze gegevens is in Tabel 3-1 een schematisatie van de bodemopbouw ter hoogte van het projectgebied gemaakt. De benaming van de verschillende lagen is ontleend aan REGIS. Verder zijn twee geohydrologische profielen samengesteld, die zijn weergegeven in Figuur 3-2.

Tabel 3-1 Schematische weergave bodemopbouw

diepte [m-mv]*	lithologie	formatie	geohydrologische benaming
0 - 13	klei, plaatselijk met veen- en zandlagen	Holoceen	deklaag
13 - 26	fijn tot matig grof zand	Boxtel, Kreftenheye	eerste watervoerende pakket
26 - 32	klei en leem, deels zandig	Eem	eerste scheidende laag
32 - 75	matig grof zand, onderin het pakket plaatselijk klei met fijn zand	Eem, Drente, Urk	tweede watervoerende pakket
75 - 260	grof zand, deels grindhoudend	Appelscha, Stamproy, Peize/Waalre	derde watervoerende pakket
260 - 380	fijn tot matig grof zand en kleilagen	Maassluis	vierde matig watervoerend pakket
> 380	klei en fijn zand	Breda, Oosterhout	hydrologische basis

* het maaiveld bevindt zich tussen 1,5 en 2 m beneden NAP(bron: topografische kaart).

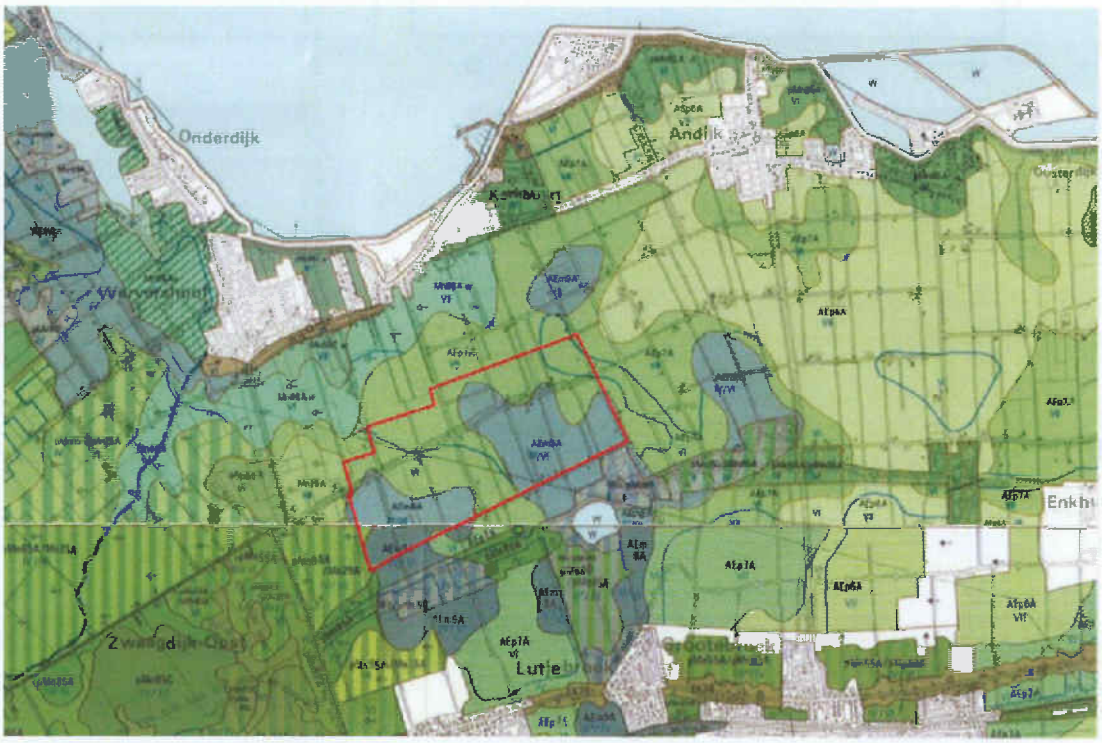


Figuur 3-2 Dwarsprofielen door de ondergrond van Het Grootslag en de ligging daarvan. Langs de assen staan de diepte (m t.o.v. NAP) en de horizontale afstand in meters.

De scheidende lagen in het gebied zijn van groot belang voor de mate waarin de grondwateronttrekkingen in het tweede en derde watervoerende pakket invloed hebben op het ondiepe grondwater. De belangrijkste scheidende lagen zijn hieronder nader beschreven. De deklaag in de polder Het Grootslag is heterogeen van opbouw (zie Figuur 3-3 en Figuur 3-4). Het Grootslag maakt onderdeel uit van het Westfriese Zeekleigebied, dat wordt

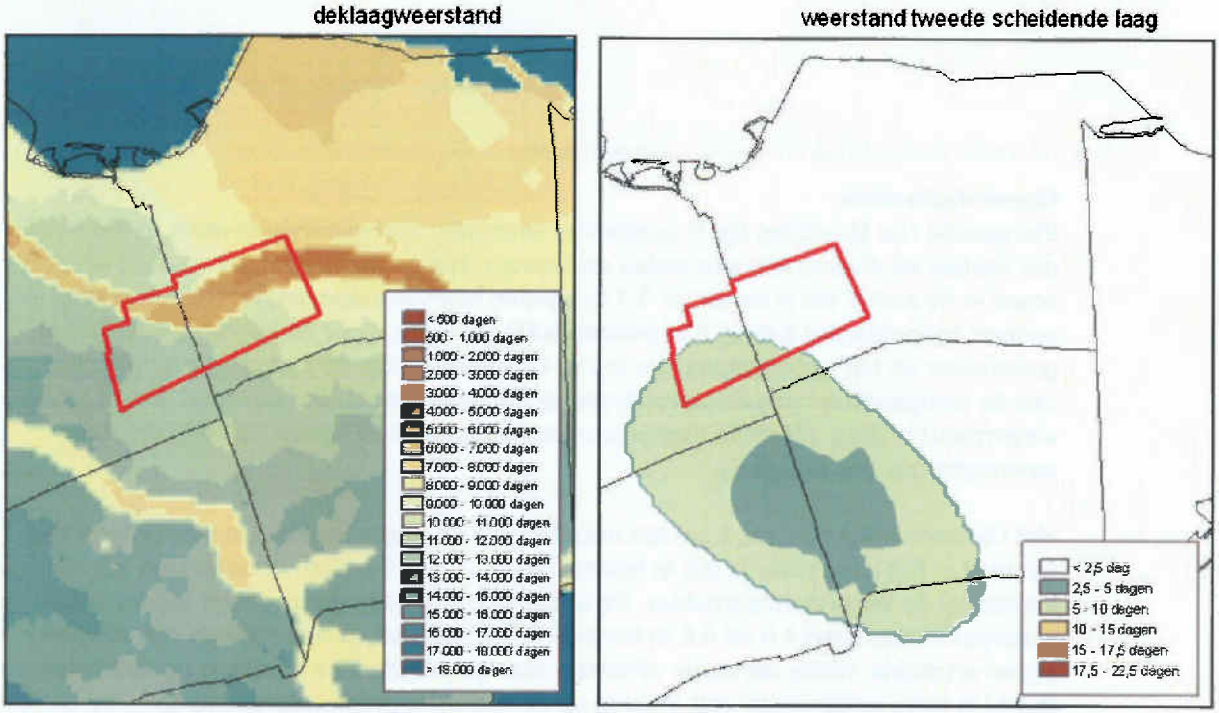
gekenmerkt door verschillende getijdengeulsystemen (zie ook bijlage 7). Ter plaatse van Het Grootslag zijn de verschillende bodemtypen waar te nemen (zie Figuur 3-3). Ter plaatse van het glastuinbouwgebied Het Grootslag bevindt zich een oude getijdengeul (zie Figuur 3-4). De getijdengeulen zijn opgevuld met meer zandige afzettingen. Doordat de getijdengeul later weer is bedekt met jongere afzettingen is de geul in de bodemkaart (beschouwd alleen de bovenste meters van de bodem) niet terug te zien. De informatie over de aanwezigheid van geulsystemen in het gebied en de invloed daarvan op de weerstand van de deklaag is verwerkt in gedetailleerde kaarten die zijn vervaardigd in het kader van het onderzoek voor de Kwel- en infiltratiekaart van Noord-Holland [Lit. 8]. Deze kaarten zijn tevens gebruikt bij het vervaardigen van het grondwatermodel voor dit MER (zie ook bijlage 6).

Niet alleen de geulsystemen zorgen voor heterogeniteit van de deklaag. Ook de ruilverkavelingen in de jaren '70 hebben veel invloed gehad. Destijds is de polder van een vaarpolder gewijzigd in een rijpolder, hierdoor is het slotenpatroon gewijzigd.



Figuur 3-3 Uitsnede bodemkaart die een goede indruk geeft van de verscheidenheid aan bodemtypen in het gebied (gecombineerde bladen: 14 oost Medemblik en 20 west Enkhuizen)

De eerste scheidende laag is overal in Het Grootslag en de omgeving daarvan aanwezig. De tweede scheidende laag komt alleen in het zuidwestelijk deel van Het Grootslag voor, globaal gezien is de tweede scheidende laag alleen aanwezig ten zuiden van de Nieuwe Dijk en ten westen van de Driehuizen (zie figuur 3.4). In de rest van Het Grootslag ontbreekt de tweede scheidende laag en is sprake van een gecombineerd tweede/derde watervoerend pakket.



Figuur 3-4 Weerstand deklaag (links) en tweede scheidende laag (rechts) (bron: REGIS Noord-Holland)

3.2.2 Geohydrologische parameters

De geohydrologische parameters zijn bepalend voor de effecten van de voorgenomen grondwateronttrekkingen/infiltraties. Voor het berekenen van de effecten is een regionaal gekalibreerd grondwatermodel gemaakt. Als input voor de geohydrologische parameters in het grondwatermodel is in eerste instantie uitgegaan van REGIS. Voor de deklaag en de drainageweerstand zijn in REGIS geen geohydrologische parameters opgenomen. Voor deze lagen is uitgegaan van de informatie uit "De kwel- en infiltratiekaart van Noord-Holland Noord" [Lit. 9] aangevuld met informatie uit de "Geohydrologische Atlas IJsselmeergebied" [Lit. 7]. Voor meer informatie over het grondwatermodel wordt verwezen naar bijlage 6. In deze bijlage is tevens beschreven hoe de betrouwbaarheid van de gebruikte informatie is getoetst en in hoeverre naar aanleiding daarvan nog aanpassingen zijn gedaan op de invoergegevens.

3.2.3 (Grond) waterstand en grondwaterstroming

Oppervlaktewater
Plangebied Het Grootslag ligt in polder Het Grootslag. Het oppervlaktewater in deze polder bestaat uit diverse kleinere sloten en vaarten. Het polderpeil dat gehanteerd wordt is zowel in de zomer als in de winter 3,7 m benden NAP. Rondom polder Het Grootslag varieert het polderpeil tussen 3 m benden NAP en hoger. Door de interactie tussen het grondwater en het oppervlaktewater in Het Grootslag zullen de hydrologische effecten van de voorgenomen grondwateronttrekking en -infiltratie worden gedempt. In het grondwatermodel is deze interactie meegenomen door gebruik te maken van een drainageweerstand (zie ook bijlage 6).

Het IJsselmeer ligt op circa 2 km ten noorden van de projectlocatie. De gemiddelde waterstand in het IJsselmeer is 0,3 m beneden NAP. Circa 8 km ten noordoosten van de locatie ligt de Wieringermeerpolder. De afwatering van deze diepe polder (oppervlaktewaterpeil varieert van 4,6 tot 6,6 m beneden NAP) bestaat uit een patroon van vaarten, sloten en drains, welke het water afvoeren naar de Waddenzee. Het lage oppervlaktewaterpeil in deze polder heeft veel invloed op de regionale grondwaterstroming.

Grondwaterstand
Voor het beschrijven van de grondwaterstand zijn gegevens van de zogenaamde grondwatertrappen gebruikt. De grondwaterstand ten opzichte van maaiveld wordt vaak beschreven aan de hand van de zogenaamde grondwatertrappen, waarbij een indeling wordt gemaakt op basis van de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG). In het gebied overheersen de volgende drie grondwatertrappen VII (GHG 0,8-1,4 m-mv; GLG >1,2 m-mv), VI (GHG 0,4-0,8 m-mv; GLG >1,2 m-mv) en IV (GHG >0,4 m-mv; GLG 0,8-1,2 m-mv) (zie figuur 3.3).
Op basis van het verschil tussen het oppervlaktewaterpeil (3,7 m beneden NAP) en het maaiveldniveau (2,4 tot 1,8 m beneden NAP), wordt een gemiddelde grondwaterstand van 1,0 tot 1,6 m-mv verwacht in het glastuinbouwgebied (uitgaande van een opbolling van 0,3 m).
In "De Weelen" is het oppervlaktewaterpeil aanmerkelijk hoger en komt grondwatertrap II voor (GHG >0,4 m-mv; GLG 0,5-0,8 m-mv).

Grondwaterstroming
Om de polders droog te houden wordt het oppervlaktewaterpeil zo veel mogelijk constant gehouden en moet zowel het aangetrokken grondwater (kwel) als het neerslagoverschot worden afgevoerd. De grondwaterstroming, zowel horizontaal als verticaal, wordt voornamelijk gedreven door peilverschillen in het oppervlaktewatersysteem. Het gemiddelde oppervlaktewaterpeil in polder Het Grootslag is 3,7 m beneden NAP. Grofweg kunnen de volgende gebieden worden onderscheiden (peil van hoog naar laag):

Tabel 3-2 Gebiedsdelen met bijbehorend oppervlaktewaterpeil

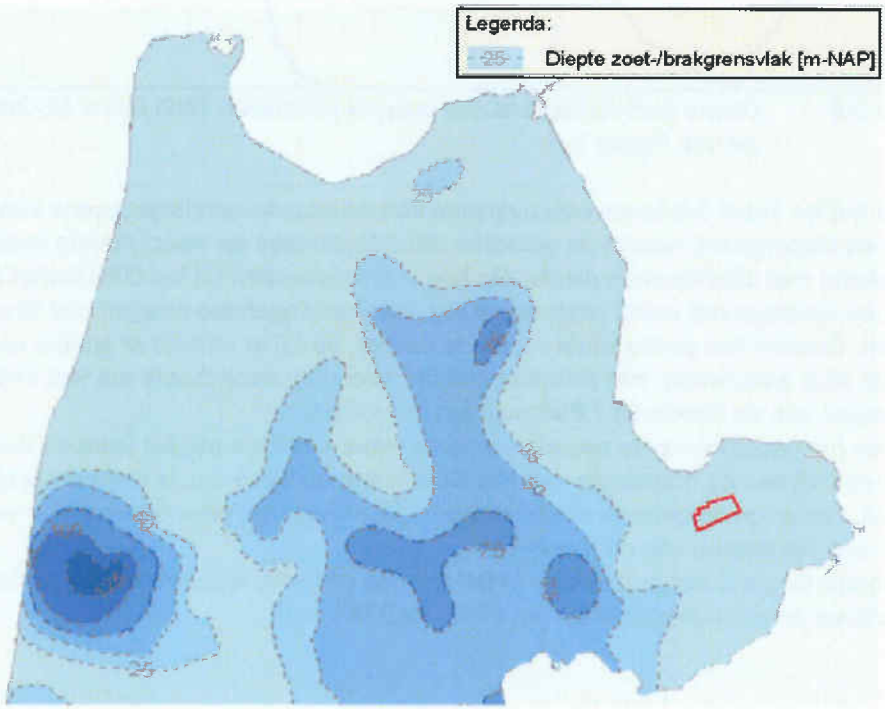
gebiedsdeel	gemiddeld oppervlaktewaterpeil
IJsselmeer	0,3 m beneden NAP
	2,4 m beneden NAP
Omgeving 'Het Grootslag'	3,2 tot 3,7 m beneden NAP
Wieringermeer	4,6 tot 6,6 m beneden NAP

Het peil in het IJsselmeer ligt hoger dan het oppervlaktewaterpeil "op het land". Dit betekent dat de grondwaterstroming landinwaarts gericht is en er overwegend sprake is van kwel (zie figuur #1 kwel/infiltratiekaart). De diepe polders, zoals de Wieringermeer, de Beemster en de Schermer trekken veel grondwater aan. In de naastgelegen polders met hogere oppervlaktewaterpeilen kan daardoor sprake zijn van een infiltratiesituatie, ondanks een polderpeil ruim onder NAP. Ter plaatse van Het Grootslag bedraagt de kwelintensiteit circa 0,2 mm per dag.

Figuur #2 toont de isohypsenpatronen voor het eerste, het tweede en het derde watervoerende pakket voor het noordelijk deel van Noord-Holland volgens REGIS. In alle watervoerende pakketten is de horizontale grondwaterstroming naar het westzuidwesten gericht.
De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket en het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket neemt in westzuidwestelijke richting af met ongeveer 0,1 m per km. De snelheid van de grondwaterstroming bedraagt in het eerste watervoerende pakket ongeveer 2 meter per jaar en in het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket ongeveer 4 meter per jaar.

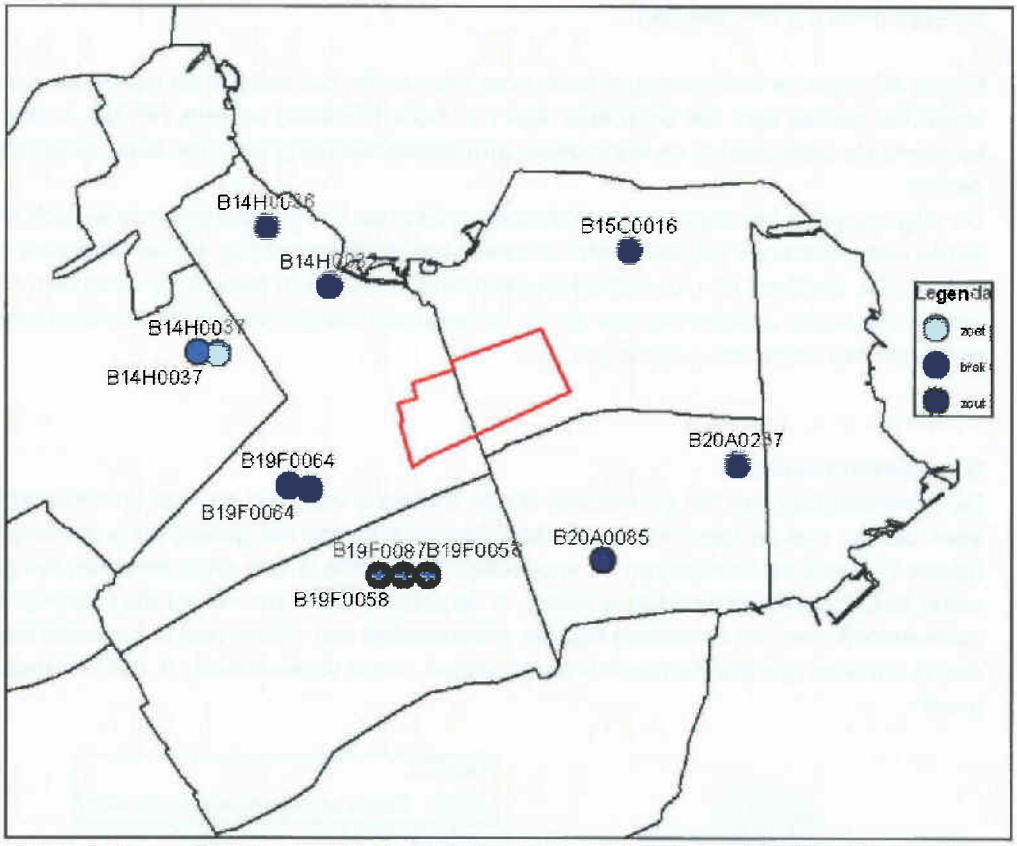
3.2.4 (Grond) waterkwaliteit en -temperatuur

Grondwaterkwaliteit
De samenstelling van het grondwater en de verdeling van zoet en brak grondwater hangt sterk samen met de (geo)hydrologische geschiedenis van het gebied en omgeving (zie bijlage 7). Door de invloed van de voormalige Zuiderzee is een groot deel van het grondwater brak tot zout. Uitzondering hierop is de zoetwaterbel van Hoorn die westelijk en zuidwestelijk van Het Grootslag ligt. De zoetwaterbel van Hoorn had in het verleden de status van een grondwaterbeschermingsgebied, maar tegenwoordig is dat niet meer het geval.



Figuur 3-5 Diepte zoet-/brakgrensvlak volgens REGIS-Noord-Holland (contouren Het Grootslag in rood aangegeven)

Figuur 3-5 toont de diepte van het zoet-/brakgrensvlak afkomstig uit REGIS Noord-Holland, waarbij in rood de contouren van Het Grootslag zijn aangegeven. De zoetwaterbel van Hoorn is hierin duidelijk herkenbaar. Op basis van deze kaart komt alleen in de deklaag en bovenin het eerste watervoerende pakket zoet grondwater voor.



Figuur 3-6 Diepte zoet-/brakgrensvlak volgens peilbuizen TNO Bouw en Ondergrond zie ook Figuur 3-5

Figuur 3-6 en Tabel 3-3 tonen een overzicht van de waterkwaliteitsgegevens van TNO Bouw en Ondergrond, waarin de gemeten chloridegehaltes op verschillende locaties zijn ingetekend met bijbehorende diepte. Op basis van peilbuizen uit het DINOLoket (TNO Bouw en Ondergrond) wordt vastgesteld dat het chloridegehalte rondom Het Grootslag varieert. Onderin het eerste watervoerende pakket, op 20 m - mv, is er sprake van licht brak tot zout grondwater. Het chloridengehalte neemt op deze diepte toe van 140 mg/l ten westen van de locatie tot 7.600 mg/l ten noordoosten.
Bovenin het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket (tweede watervoerende pakket aan de noordzijde van Het Grootslag), op 50 m-mv, is het grondwater brak tot zout. Het chloridengehalte neemt in oostelijke richting toe (van 600 mg/l ten westen tot 3.200 mg/l ten oosten van de locatie).
Op grotere diepte is het grondwater in het tweede en derde watervoerende pakket zout en variëren de chloridengehaltes van 2.000 tot 9.000 mg/l.

Tabel 3-3 gemeten chloridegehaltes in mg/l (bron: TNO Bouw en Ondergrond)

naam	filterdiepte	cl- gehalte (mg/l)
B14H0032	26 m beneden NAP	1050
B14H0036	onbekend	2020
B14H0037	37 m beneden NAP	120
B14H0037	53 m beneden NAP	600
B15C0016	24 m beneden NAP	7600
B15C0016	34 m beneden NAP	2513
B15C0016	54 m beneden NAP	3232
B19F0064	21 m beneden NAP	154
B19F0064	37 m beneden NAP	176
B19F0064	52 m beneden NAP	679
B20A0085	50 m beneden NAP	2700
B20A0237	14 m beneden NAP	2018
B20A0237	25 m beneden NAP	2690
B19F0037	25 m beneden NAP	520
B19F0058	27 m beneden NAP	527
B19F0058	38 m beneden NAP	450
B19F0058	50 m beneden NAP	518
B19F0087	25 m beneden NAP	535
B19F0087	41 m beneden NAP	530
B19F0087	50 m beneden NAP	455

Grondwatertemperatuur

De temperatuur in het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket loopt op van ongeveer 11 °C op 50 m-mv naar ongeveer 13,5 °C op 250 m-mv [Lit. 10].

3.2.5 Oppervlaktewaterkwaliteit

In de jaren '90 heeft het Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen op twee plaatsen in de omgeving de kwaliteit van het oppervlaktewater bijgehouden. Na toetsing blijkt dat voor bijna alle algemene parameters de streefwaarde uit de derde Nota Waterhuishouding wordt overschreden (zie Tabel 3-4). Het oppervlaktewater heeft in polder Het Grootslag een hoofdfunctie als agrarisch water. Door uitspoeling van meststoffen uit de bodem komen in de bodem en het water veel voedingsstoffen en gewasbeschermingsmiddelen voor. Het oppervlaktewater bevat daardoor hogere concentraties nutriënten [Lit. 11].

Tabel 3-4 Overzicht gegevens kwaliteit oppervlaktewater

parameter*	meetwaarde [mg/l] (jaar gemeten)	streefwaarde [mg/l]
N-totaal	zomer 0,05 (1995) Winter 2,8 (1995)	< 0,20
Ca	207,0 - 261,0 (1993)	< 110
K	16,0 - 18,0 (1995)	< 17
Mg	47,0 - 50,0 (1993)	< 30
Cl	102,5 - 197,5 (1995)	< 300
Na	105,0 - 126,0 (1993)	< 200
NH4+	0,04 - 0,515 (1995)	< 0,20
P-totaal	0,66 – 0,97 (1995)	< 0,35
SO4	110,0 – 410,0 (1995)	< 240

* Meetwaarden afkomstig van Hoogheemraadschap Uitwaterende sluizen, 1999, metingen vonden incidenteel plaats. De meetwaarden zijn gemiddelden van het jaar 1993 of 1995.

Actuelere meetgegevens zijn op dit moment niet voor handen. Uit mondelinge gegevens blijkt dat nabij Andijk zout grondwater aanwezig is (kwelsituatie) en dat daar het sloten-

stelsel met behulp van IJsselmeerwater wordt doorgespoeld (mondelinge mededeling Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier). In Het Grootslag is de waterkwaliteit goed genoeg voor grove tuinbouw en bollenteelt. De kwaliteit van het oppervlaktewater is onvoldoende voor gebruik als gietwater.

3.3 Grondwaterbelanghebbenden

3.3.1 Infrastructurele werken

Eventuele invloed op infrastructurele werken kan optreden door (verschil)zettingen als gevolg van hydrologische effecten. Dit zal met name spelen in de directe omgeving van Grootslag. Derhalve zijn de infrastructurele werken in de directe omgeving van Grootslag beschreven.
Het gebied wordt ontsloten door diverse wegen (zie Figuur 1-1). De zuidkant van het gebied wordt begrensd door de Veenakkers. Door het gebied lopen diverse noord-zuid georiënteerde wegen. De Nieuwe Dijk doorsnijdt het gebied van west naar oost.
Op plaatsen waar het oppervlaktewater en de wegen elkaar kruisen zijn meestal duikers aangebracht. In de omgeving zijn ook enkele bruggen aanwezig. Op de topografische kaart is circa 550 m ten zuidoosten van Het Grootslag een aquaduct aangegeven (Kruising Molensloot met "De Weelen").

3.3.2 Monumenten en historische gebouwen

Monumenten en historische gebouwen kunnen extra gevoelig zijn voor (verschil) zettingen en grondwaterstandverlagingen. Deze verschilzettingen en grondwaterstandverlagingen treden voornamelijk op in de directe omgeving van Grootslag. Derhalve is de monumentale bebouwing in de directe omgeving van Grootslag opgenomen.

De rijks- en provinciale cultuurhistorische monumenten in de provincie Noord-Holland zijn door de Provincie geïnventariseerd, in weergegeven op de Cultuurhistorische Waardenkaart. Op nationale schaal zijn deze monumenten in beeld gebracht in het kader van de KennisInfrastructuur Cultuurhistorie (KICH). Figuur 3-7 geeft de locaties van de rijks- en provinciale monumenten in de omgeving weer. De monumenten liggen verspreid over de omgeving en bestaan uit cultuur historische gebouwen (o.a. molens, veldwachterwoningen) en infrastructuur (Zuiderzeedijk). Binnen het projectgebied bevinden zich geen rijks- of provinciale monumenten.



Figuur 3-7 Provinciale- en rijksmonumenten in de omgeving van Grootslag bron: provincie Noord-Holland)

3.3.3 Archeologische waarden

Een verlaging van de grondwaterstand kan nadelig zijn voor de archeologisch waarden die daar gevoelig voor zijn. Het gaat hierbij om materialen die onder invloed van zuurstof kunnen worden afgebroken (keer op keer).
Aangezien het toepassen van OHB en koude- en warmteopslag de grondwaterstand kan beïnvloeden, kan ook sprake zijn van invloed op archeologische sporen. Beïnvloeding van de zuurgraad is niet te verwachten. In het gebied waar grondwaterstandveranderingen kunnen optreden is een inventarisatie gemaakt van de archeologische (verwachtings) waarden.

In de Cultuurhistorische Waardenkaart van de provincie Noord-Holland zijn ook archeologische waarden opgenomen. Hierin wordt onderscheid gemaakt in de categorieën "van waarde", "hoge waarde" en "zeer hoge waarde". Binnen het gebied waar de grondwaterstand kan worden beïnvloed zijn geen archeologisch waardevolle objecten bekend. Wel is in het gebied volgens de Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW) sprake van een middelhoge tot hoge archeologische verwachtingswaarde.

3.3.4 Aardkundige monumenten en waarden

Op de locatie en ten noord- en zuidwesten van de locatie bevinden zich, volgens het Provinciaal Waterplan Noord-Holland 2006-2010 [Lit. 12], vier gebieden met de status aardkundige waarde (zie Figuur 3-8). Het betreffen de Nespolderdijk (1), Onderdijk (2), de Kromme leek (3) en het gebied Drechterland (4). Er zijn geen aardkundige monumenten aanwezig binnen een straal van 5 km rondom de projectlocatie. De aanwezigheid van aardkundige waarden rondom Het Grootslag heeft geen consequenties voor het voornemen uit dit MER. Aangezien er geen invloed zal zijn op de aanwezige aardkundige waarden, wordt hierop in dit MER verder niet meer ingegaan.



Figuur 3-8 Aardkundige waarden (bron: provincie Noord-Holland)

3.3.5 Grondwatergebruikers

Van de provincie Noord-Holland is een overzicht verkregen van de grondwateronttrekkingen die aanwezig zijn in het gebied en de omgeving daarvan (zie Tabel 3-5).

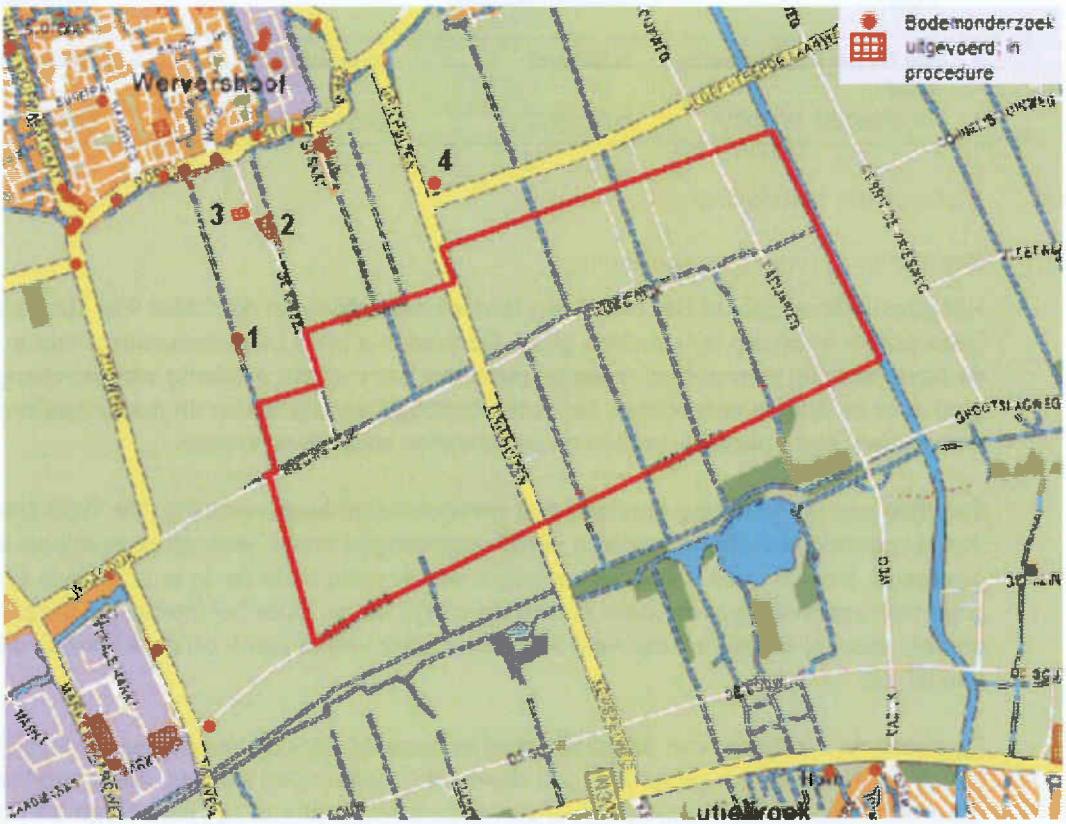
Tabel 3-5 Grondwatergebruikers in het studiegebied

bedrijfsnaam	afstand en ligging t.o.v. 'Het Grootslag'	pakket	V [m³/a]	einddatum
Boostergemaal (bronnering)	< 500 m	1ste wvp	42.000	1-3-2008
KWO gesloten kas (energieopslag)	< 500 m N	onbekend	2.926.000	vergunning is aangevraagd (1-6-2007)
Mantelhof (IFCO methode)	2.600 m NO	ondiep	47.000	24-11-2007
Vuurwerkopslag (noodvoorziening)	2.700 m	1ste wvp	onbekend	-
Action magazijn (energieopslag)	2.800 m W	2e/ 3e wvp	219.000	-
RWZI Wervershoof (bronnering)	3.000 m NO	onbekend	413.400	-
Viskwekerij aanleg (industrie)	4.200 m O	onbekend	30.000	-
Recirculatiesysteem bovenkarspel	4.300 m ZO	2e/ 3e wvp	122.000	-
Veilingweg (bronnering)	4.500 m O	onbekend	6.600	12-5-2008
De Kuil (bronnering)	5.600 m ZO	deklaag	2520	20-08-2007

Naast de beschreven grondwatergebruikers in Tabel 3-5 zal op 10 km ten noordwesten van Het Grootslag een ander grootschalig glastuinbouwgebied met bijbehorende grondwateronttrekkingen gerealiseerd worden: Agriport A7. Bij dit project wordt eveneens KWO, RO en OHB toegepast.

Gas- en beregeningsbronnen
Bij het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier zijn de gas- en beregeningsbronnen in de regio van Het Grootslag opgevraagd. Uit de gegevens blijkt dat in de omgeving van Het Grootslag geen gas- en beregeningsbronnen bekend zijn.

3.3.6 Bodem- en grondwaterverontreinigingen



Figuur 3-9 Verontreinigingen in en rondom Het Grootslag.

In het Bodemloket zijn rondom Het Grootslag een aantal verontreinigde locaties opgenomen waar onderzoek is uitgevoerd en waarbij is aangegeven dat deze locaties nog in procedure zijn. Deze locaties zijn weergegeven (incl. nummer) in Figuur 3-9 en Tabel 3-6.

Tabel 3-6 verontreinigingen in de directe omgeving van Het Grootslag

nr	Adres	verontreiniging	beschikking, ernst en urgentie	vervolg
1	Schippersbolk te Wervershoof	onbekend	geen invoer	geen invoer
2	De Kibbel 1 te Wervershoof	Opslag aldehyden, esters of ketonen	geen invoer	Opstellen saneringsplan (1993)
3	De Kibbel 4 te Wervershoof	onbekend	geen invoer	uitvoeren NO
4	Neefjesbolk te Andijk	onbekend	geen invoer	geen invoer

3.4 Natuur en landschap

3.4.1 Beschrijving natuur en landschap

Het glastuinbouwgebied Het Grootslag bevindt zich middenin de polder 'Het Grootslag'. Deze polder is circa 8.000 hectare groot. De polder is in de Middeleeuwen ontstaan, toen de bewoners het veengebied moesten omdijken om verdere afkalving van het veengebied door de zee, te voorkomen. De oorspronkelijke vegetatie van de polder bestond uit moerassen, open plassen, kreken en oeverwallen rondom de kreken.

Ten tijde van de omdijking ontstond een onregelmatige kavelverdeling. Na 1200 ontstonden langgerekte landbouwpercelen vanaf opgehoogde erven, waarop de bedrijven waren gevestigd. Van dit oude cultuurlandschap is echter niets meer terug te zien sinds de ingrijpende verkaveling in de jaren 70 van de vorige eeuw. Door het intensieve agrarisch gebruik van het landschap zijn veel van de oorspronkelijke plant- en diersoorten verdwenen [lit. i2].

De noord en oostgrens van de polder worden bepaald door de Westfriese omringdijk. Langs de Westfriese omringdijk liggen regelmatig kleine open wateren zoals voormalige dijkdoorbraken en kleiwinputten. Veel van deze kleine wateren zijn verworven als natuurgebied en omgeven door rietkragen, nat hooiland en bloemrijk grasland. Plaatselijk komen in het grasland weidevogels als kievit, grutto en tureluur in hogere dichtheden tot broeden. Ondanks de ruilverkavelingen is de ontstaansgeschiedenis van het kleipolderlandschap nu nog te herkennen. Zoals de stroomruggen die het landschap reliëf geven, en die meer verdicht zijn dan de rest van het gebied door het voorkomen van hoogopgaande beplanting en boomgaarden. Ook de veel voorkomende opstrekkende verkaveling en andere kenmerkende verkavelingen (waaierverkaveling) vinden hun ontstaan in de oorspronkelijke veenontginning. De verdediging tegen de zee is terug te vinden in de hoge Westfriese Omringdijk. De bebouwing en weg- en erfbeplanting is in Westfriesland vooral in linten geconcentreerd [Lit. 13].

Op de Projectlocatie Het Grootslag en in de directe omgeving daarvan zijn geen natuurgebieden aanwezig die onder de Vogel en/of Habitatrichtlijn vallen of onder de Natuurbeschermingswet. Op circa 2 km ten noorden van de locatie ligt het IJsselmeer, het IJsselmeer heeft de status Vogelrichtlijn gebied.
Volgens het Provinciale Milieuverordening Noord-Holland [Lit. 14] zijn binnen Het Grootslag geen milieubeschermingsgebieden aanwezig.

3.4.2 Natuurgebied de Weelen

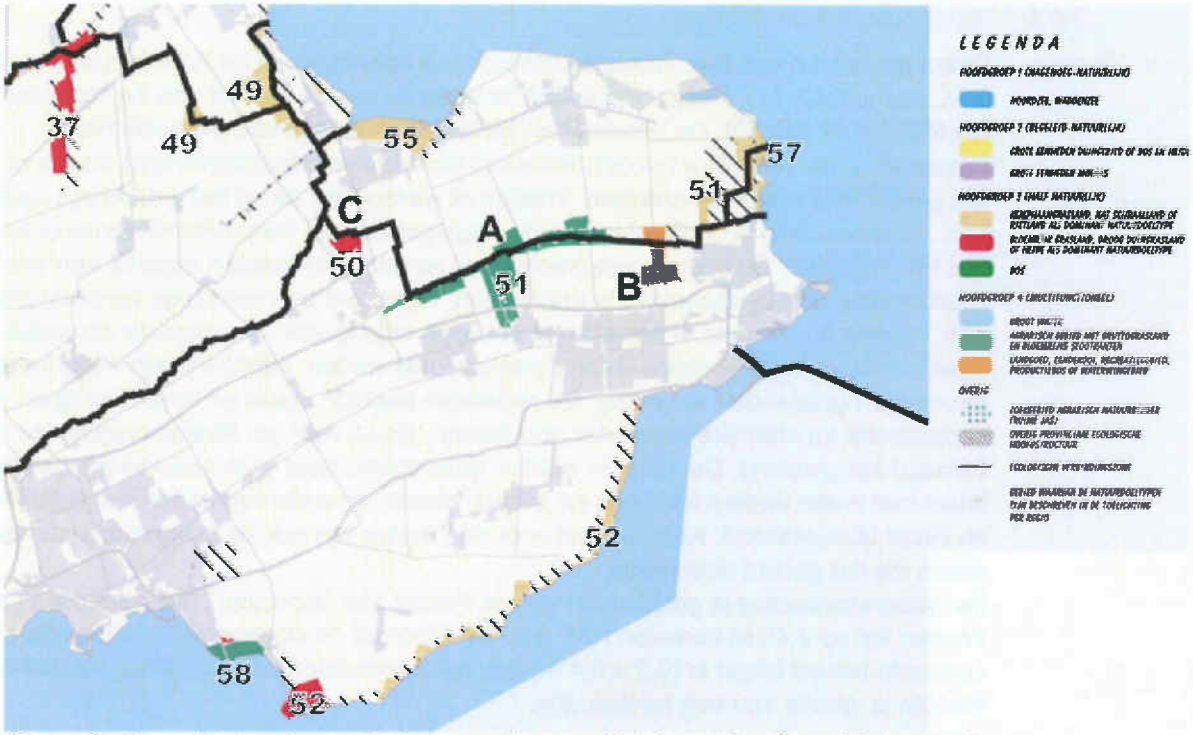
Direct ten zuiden van Het Grootslag bevindt zich natuurgebied de Weelen (zie Figuur 3-10 en Figuur 3-11). Het gebied is 252 ha groot en maakt deel uit van de ecologische hoofdstructuur [Lit. 15]. De Weelen kenmerkt het landschap van het oude West-Friesland. In de 14e eeuw hebben enkele dijkdoorbraken plaatsgevonden waardoor gaten gevuld met water zijn ontstaan; Weelen of wielen, hier dankt het gebied zijn naam aan. Tegenwoordig is de Weelen een rijk vogelgebied met verschillende terreintypen van bos tot rietvelden. De bossen zijn ontstaan uit aanplant en hebben meestal een weinig soortenrijke, ruige ondergroei. De graslanden, ingezaaid op voormalige tuinbouwgronden, worden nu gehooid of beweid met schapen of jong vee. Het grootste oppervlak bestaat uit min of meer vochtige Beemdgras-raaigrasweiden, plaatselijk zijn natte (overstromings-) graslanden aanwezig. De rietlanden bestaan zowel uit oude rietruigten waarin plaatselijk kruidenrijke vegetaties voorkomen, als uit Riet- en Rietgrasvegetaties in verruigd nat grasland. De wateren worden gekenmerkt door vaak kruidenrijke oevervegetaties met onder andere Kalmoes en Zwanenbloem, en watervegetaties met Gele Plomp en Groot blaasjeskruid. Kenmerkend voor de Weelen zijn ook de bevaarbare vaarten en sloten die het gebied doorkruisen.
De waterhuishouding is gescheiden van de Polder 'Het Grootslag', het waterpeil in de Weelen ligt op 2,40 m beneden NAP [Lit. 15]. Doordat de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket hoger is (0,2 à 0,4 m) dan het oppervlaktewaterpeil is ter plaatse van de Weelen is sprake van een kwelsituatie.

3.4.3 Overige natuurgebieden

Op grotere afstand bevinden zich verschillende natuurgebieden (zie Figuur 3-10):

- de Kleine - en de Groote Vliet (noordwest) (nr. 49);
- Wervershoof Eendekooi (west) (nr. 50);
- Egboetswater en de Ven (oost) (nr. 51);
- Vooroever Onderdijk (noord) (nr. 55);

Deze gebieden maken onderdeel uit van de Ecologisch Hoofdstructuur (EHS). In deze gebieden bevinden zich karakteristieke riet-, gras- en hooilanden. In deze hooilanden bevinden zich grondwaterafhankelijke plantensoorten die op relatief voedselarme grond gedijen [Lit. 15].



Figuur 3-10 Natuurdoelen in de omgeving van Het Grootslag (bron Natuurdoeltype Noord-Holland [Lit. 13])

3.4.4 Natuurdoeltypen en landschapsdoelen

West-Friesland bestaat voor het grootste deel uit kleipolderlandschap met sterke contrasten tussen de dichte lintbebouwing en open, onbebouwde gebieden en de verschillen tussen stroomrug en vlakte. Versterking van deze contrasten vormt het uitgangspunt, vooral het contrast tussen stroomruggen en vlakten. De aandacht moet zich richten op het veiligstellen en herstellen van landschapselementen die bepalend zijn voor het eigen karakter van het gebied zoals de daliegaten, kadetjesland, drinkputten, dijken, kaden, terpen, verkavelingpatronen, eendenkooien, hoogstamboomgaarden, en erf- en laanbeplantingen. Ecologische verbindingszones tussen verschillende natuurlijke elementen bevorderen de ecologische samenhang. De Heerhugowaard en enkele kleine polders behoren tot het droogmakerijenlandschap. Kenmerkende elementen zoals dijken en ringvaarten bieden belangrijke aanknopingspunten voor het landschap evenals kleine landschapselementen zoals sloten, bermen en beplantingen. Nieuwe mogelijkheden voor natuur en landschapsbouw doen zich voor bij verstedelijking, berging, wegenaanleg en bosaanplant. Aan de binnenzijde van de IJsselmeerkust en langs de Westfriese Omringdijk wordt gestreefd naar uitbreiding en verbinding van de bestaande wateren met rietkragen, nat schraalland en bloemrijk rietland. In de recreatiegebieden wordt door middel van natuurtechnische inrichting en beheer van de bestaande gebieden gestreefd naar een toename van de ecologische betekenis van rietland, ruigte, bloemrijk grasland en natuurlijk bos van zeekleigrond. De geïsoleerde ligging van vele, kleine natuurgebieden maakt de natuur in West-Friesland kwetsbaar voor versnippering. Ecologische verbindingszones van vooral riet en nat schraalland zijn daarom in dit gebied erg belangrijk. In Figuur 3-11 zijn de natuurdoelen op basis van de natuurdoeltypen in de omgeving van Het Grootslag weergeven [Lit. 13].

Uit Figuur 3-10 blijkt dat de Weelen (A) gekwalificeerd wordt als agrarisch gebied met gruttograsland en bloemrijke slootrand. Het streekbos ten oosten van Enkhuizen (B) wordt gekwalificeerd als landgoed, eendenkooi, recreatiegebied, productiebos of waterwingebied. De Eendenkooi Boxweide (C) wordt gekwalificeerd als bloemrijk grasland, nat schraalland of rietland als dominant natuurdoeltype.

Natuurdoeltypen de Weelen
Gezien de geringe afstand tussen Het Grootslag en natuurgebied de Weelen is aan dit gebied extra aandacht besteed in dit MER. Bij Staatsbosbeheer (beheerder van het gebied) gegevens opgevraagd betreffende de sub-natuurdoeltypen in de Weelen. De volgende sub-natuurdoeltypen komen voor in het gebied:

- 4.5 Overige natuurbossen;
- 7.2 Oude riet ruigten;
- 7.1 Jonge verlanding;
- 8.1 trilveenmosrietlanden en trilvenen;
- 9.6 overige bloemrijke graslanden;
- 9.2 kamgrasweiden en zilverschoongraslanden;
- 17.1 overig water.

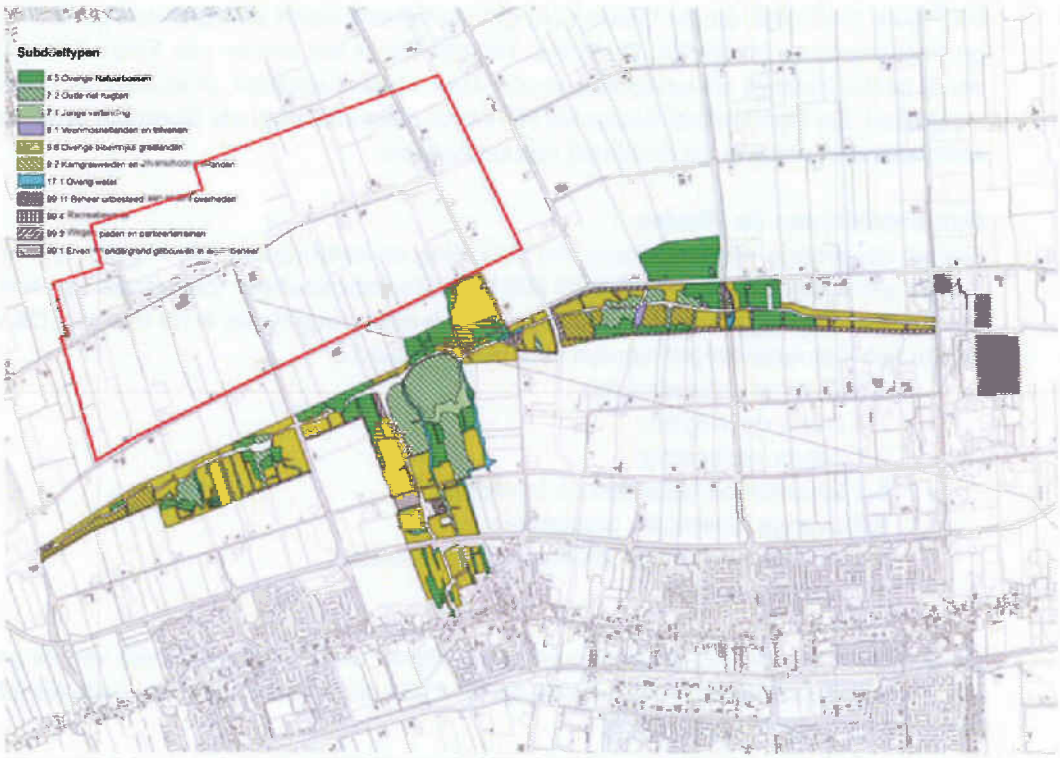
De nummers van de sub-doeltypen corresponderen niet met de nummers van de provincie uit de Natuurdoeltypenkaart. Beide partijen (Staatsbosbeheer en de overheid (LNV)) hanteren hun eigen systematiek.

3.4.5 Inventarisatie beschermde en bedreigde soorten

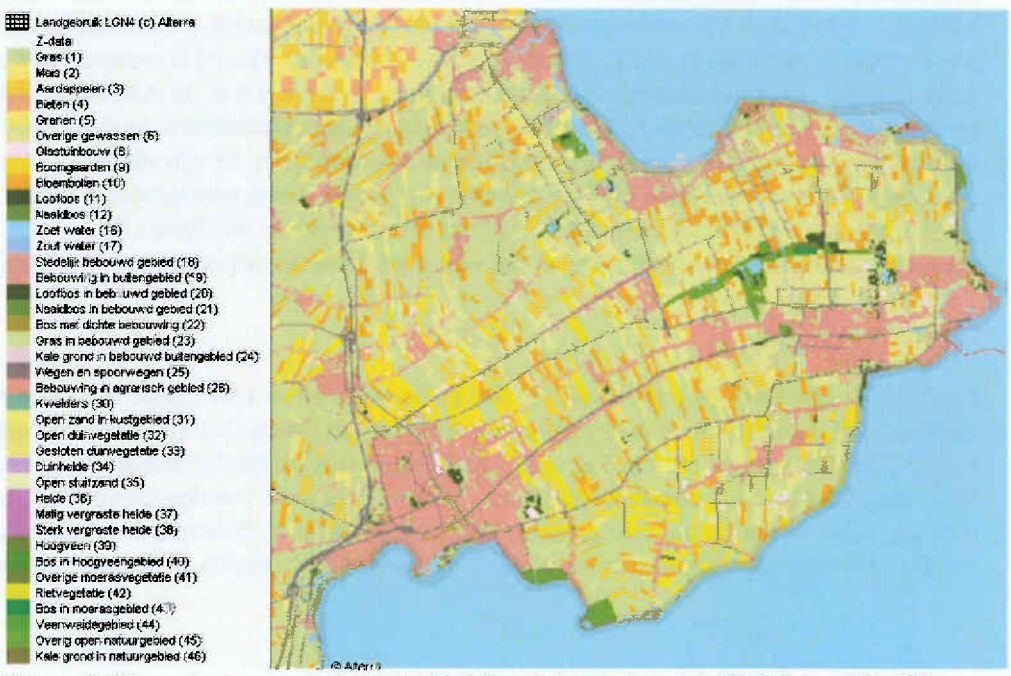
Niet alleen in de natuurgebieden maar ook daarbuiten zijn natuurwaarden aanwezig. Via het Natuurloket is een inventarisatie gemaakt van de beschermde en bedreigde soorten per kilometerhok op en in de omgeving van 'Het Grootslag'. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de verschillende wetten en richtlijnen. In bijlage 8 is de volledige rapportage opgenomen. Het Grootslag bevindt zich in negen kilometerhokken. In deze kilometerhokken zijn soorten geregistreerd uit de diverse soortgroepen. Er zijn vijf soortgroepen aanwezig die onder de Flora en Fauna wetgeving vallen, twee soortgroepen vallen onder de Habitat- en Vogelrichtlijn en vier soortgroepen behoren tot de Rode Lijst.
Daarnaast dient opgemerkt te worden dat een aantal soortgroepen niet is onderzocht.

3.5 Landbouw

Figuur 3-12 geeft een overzicht van het landgebruik op basis van LGN4. Het overgrote deel van het landgebruik in de omgeving bestaat uit landbouw. Verder komt ook water, natuur (De Weelen) en bebouwing voor. Het landgebruik op het landbouwareaal rond Het Grootslag bestaat met name uit "grasland", "bloembollen" en "overige gewassen". In mindere mate worden ook "aardappelen" en "bieten" geteeld. Daarnaast komen nog enkele boomgaarden voor. Glastuinbouw is volgens LGN4 slechts plaatselijk aanwezig.



Figuur 3-11 sub-natuurdoeltypen de Weelen (bron: Staatsbosbeheer)



Figuur 3-12 in de omgeving van Het Grootslag volgens LGN4 (bron: [lit. i3])

Voor de landbouw is zowel de kwaliteit van het grondwater als de beschikbaarheid van grondwater van belang. De grondwaterkwaliteit wordt mede bepaald door de kwel. Het freatisch grondwater (bovenste meters) zal echter vooral bestaan uit geïnfiltreerd hemelwater en wordt slechts beperkt beïnvloed door de kwel.
De grondwaterstand is van belang voor de beschikbaarheid van water voor de gewassen. Te hoge grondwaterstanden kunnen leiden tot natschade en te lage grondwaterstanden tot droogteschade. Droogteschade kan deels worden voorkomen door beregening. De kwaliteit van het oppervlaktewater in het gebied is volgens informatie van het Hoogheemraadschap voldoende voor grove tuinbouw en bollenteelt (zie paragraaf 3.2.5).

3.6 Autonome ontwikkeling

De autonome ontwikkeling is de ontwikkeling die volgt uit vastgestelde (beleids)plannen, maar waarbij het voornemen uit dit MER niet wordt gerealiseerd. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen Het Grootslag zelf en de omgeving daarvan.

Het Grootslag

De autonome ontwikkeling bestaat voor het gebied Het Grootslag uit een gespreide groei van de glastuinbouw in de gemeenten Wervershoof en Andijk volgens bestaande bestemmingsplannen. Daarnaast zullen ook andere landbouwbedrijven zich in het gebied vestigen.

- Realisatie van glastuinbouwgebied 'Het Grootslag', zoals opgenomen in het Structuurplan van de gemeente Wervershoof en Andijk [Lit. 16]
- De m.e.r.-plichtige activiteit (KWO) wordt niet gerealiseerd;
- De onttrekkingen ten behoeve van de gietwatervoorziening worden niet gerealiseerd;
- Afname van de grondwateraanvulling in het gebied door plaatsen van kassen en bassins;
- Verbreding van de sloten in het glastuinbouwgebied en buiten het gebied wordt 13 hectare oppervlaktewater(berging) gerealiseerd.

In de huidige situatie wordt veelal landbouw bedreven. Hierbij wordt gebruik gemaakt van bestrijdingsmiddelen. Doordat de landbouw vervangen wordt door glastuinbouw, waarbij vaak niet in de bodem maar op tafels in substraat wordt geteeld, zal de belasting van de bodem met bestrijdingsmiddelen afnemen.
Doordat het overgrote deel van het regenwater afgevangen wordt, zal de totale hoeveelheid hemelwater die afgevoerd wordt door de watergangen afnemen. Hierdoor zal het aandeel van het kwelwater in het oppervlaktewater licht toenemen, met als gevolg een iets hoger chloridegehalte in het oppervlaktewater.

Omgeving

Op basis van De Nieuwe Kaart van Nederland is een overzicht gemaakt van toekomstige plannen in de directe omgeving van 'Het Grootslag', zie Figuur 3-13.

Woningen (rood)

1. Centrumplan Wervershoof, in het centrum van Wervershoof (1 km noord) zijn 190 nieuwe woningen gepland;
2. Aan de westzijde van Zwaagdijk Oost (2,5 km) zijn circa 120 nieuwe woningen gepland;
3. In Reigersborg, ten westen van Hoogkarspel (2 km zuid), worden de vier wijken gebouwd: Reigersborg noord II en III en Reigersborg zuid V en VI. In totaal gaat het om de nieuwbouw van 742 woningen;
4. Hoogkarspel zuid, ten zuiden van Hoogkarspel (2,5 km), met totaal 3.500 woningen voor het gehele plangebied;
5. Oosterweed (2,5 km zuidoost), in het centrum van Grootebroek, hier zijn 446 nieuwe woningen gepland;
6. Gommerwijk west-west, ten westen van Enkhuizen (4 km), 650 woningen gepland;
7. Andijk, diverse locaties rondom de kern (2 km), totaal circa 400 woningen.

Bedrijven

a) Bedrijventerrein zoekgebied, volgens het Streekplan van de provincie Noord-Holland zijn twee bedrijventerreinen gepland ten zuiden en zuidwesten van Zwaagdijk Oost.

Overig

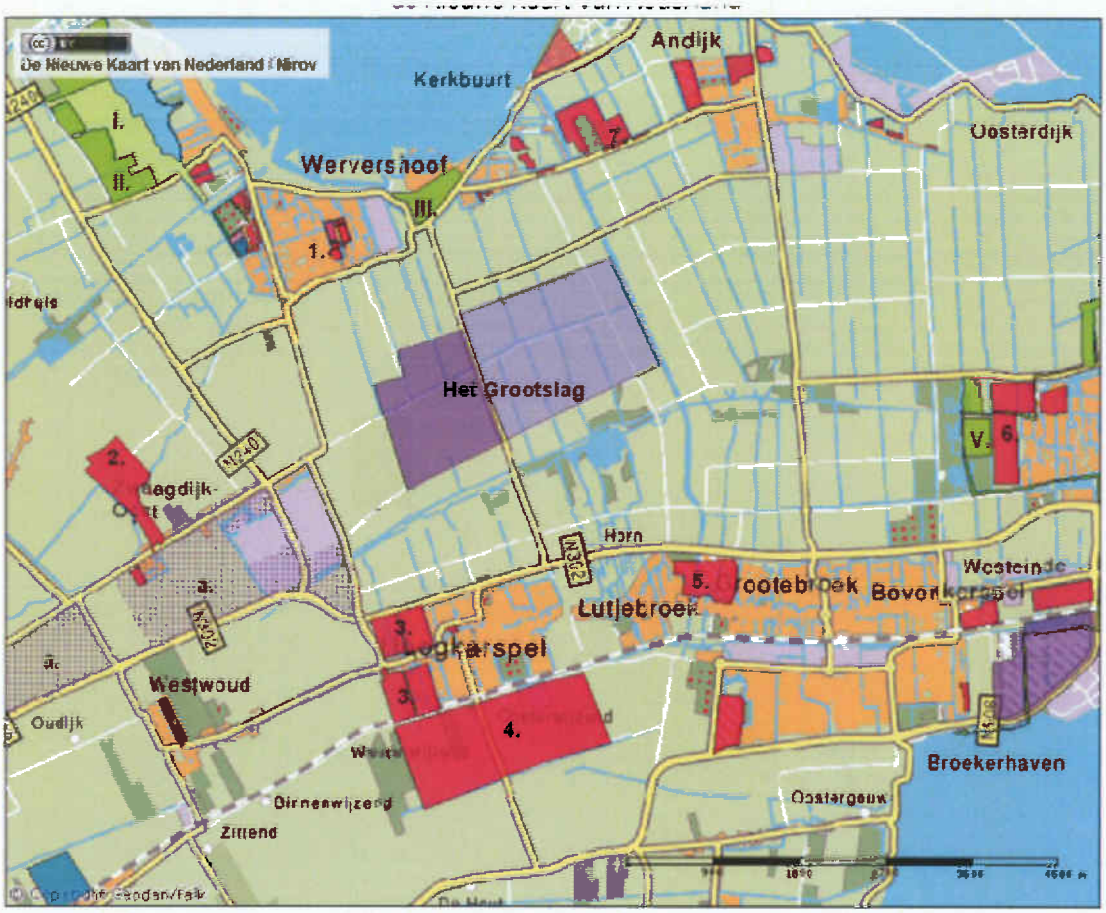
I. Nieuwe recreatievoorzieningen: Natuurontwikkelingsgebied de Groote Vliet, ten noordwesten van Wervershoof (Natuur [bossages, graslanden, moeras/ riet] en recreatie extensief [fiets/ wandel/ ruiterpaden en vaarroutes]).
II. Nieuwe natuur en groenvoorzieningen: Provinciaal plan, Kleine en Groote Vliet*.
III. Nieuwe natuur en groenvoorzieningen: Provinciaal plan, Koopmanspolder.
IV. Nieuwe natuur en groenvoorzieningen: Provinciaal plan, Streekbos*.

* Deze natuurgebieden maken al deel uit van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS)

Nieuwe natuur en groenvoorzieningen 'Het Grootslag'.

In de MER Grootslag [Lit. 11] voor het wijzigen van het provinciale Streekplan Noord-Holland-Noord zijn een aantal voornemens met betrekking tot natuur en landschap geformuleerd:

- Aanleg natuurvriendelijke oevers langs bestaande sloten en vaarten (brede, flauwe oevers, plas-drasberm);
- Aanleg bloesemzone langs de Veenakkers (bestaat uit diverse fruitbomen) (zicht op kassen wordt verminderd);
- Ontwikkelen van bloemrijke graslanden rondom de bloesemzone;
- Vergroten van migratie tussen natuurgebieden 'de Weelen' en 'de Groote Vliet' door middel van de aanleg van boszone aan de noorzijde van het gebied, diverse natte- en droge duikers, een waterbasin aan de westzijde van het gebied. Een en ander wordt momenteel met de gemeenten Wervershoof en Andijk overlegd.



Figuur 3-13 Overzicht toekomstige plannen in de omgeving van Het Grootslag [lit. i4]

Door het RIZA is een inschatting van de bodemdaling in Nederland gemaakt voor de periode tot 2050 [Lit. 17]. Voor het plangebied wordt een autonome bodemdaling verwacht van 10 - 20 cm.

4 Voorgenomen activiteit en alternatieven

4.1 Voorgenomen activiteit

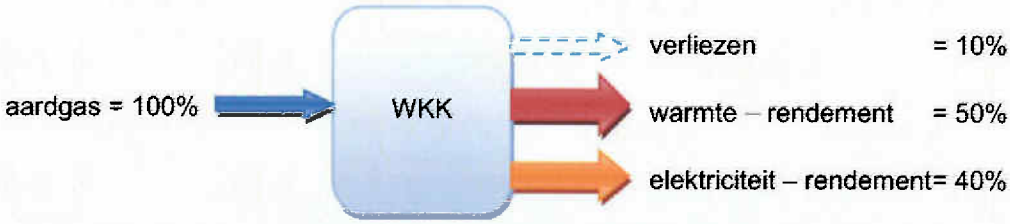
De voorgenomen activiteit bestaat uit koude-/warmteopslag (KWO) in de bodem voor de klimaatvoorziening van de kassen en ondergrondse hemelwaterberging en omgekeerde osmose (OHB en RO) ten behoeve van de gietwatervoorziening. In de referentiesituatie wordt het glastuinbouwgebied gerealiseerd zonder de KWO, OHB en RO. Dit betekent dat de klimaat- en gietwatervoorziening op een andere manier ingevuld moeten worden. In dit MER zijn alleen voor de m.e.r.-plichtige activiteit, de KWO, alternatieven uitgewerkt.

Aan de (toekomstige) glastuinbouwers op Het Grootslag wordt de mogelijkheid geboden voor de klimatisering van hun kassen gebruik te maken van KWO. Om te waarborgen dat de bodem hiervoor zo optimaal mogelijk gebruikt kan worden, is een masterplan [Lit. 3] opgesteld. In dit masterplan zijn de randvoorwaarden vastgesteld waarbinnen de (toekomstige) glastuinbouwbedrijven hun ondergrondse koude- en warmteopslagsystemen kunnen ontwikkelen.

In de referentiesituatie vindt verwarming van de kassen plaats met WKK-installaties. In de alterantieven met KWO vindt naast verwarming ook koeling van de kassen plaats. Dit betekent dat de referentiesituatie en de KWO-alternatieven niet één op één vergelijkbaar zijn. De verwachting is namelijk dat het kunnen koelen en sluiten van de kas op termijn zal leiden tot een toename van de productie. Om toch een vergelijking te kunnen maken is in de richtlijnen aangegeven dat voor zowel de referentie als voor de KWO-alternatieven moet worden uitgegaan van het energieverbruik en de netto CO_2-uitstoot per eenheid product. Hoewel bij de (semi-)gesloten kas een productieverhoging wordt verwacht is deze tot op heden nog onvoldoende bewezen. In dit MER is het effect van de mogelijke productieverhoging daarom niet meegenomen. In dit MER is op dit punt sprake van een worst-case benadering, omdat de positieve invloed van de toepassing van de (semi-)gesloten kas wordt onderschat.

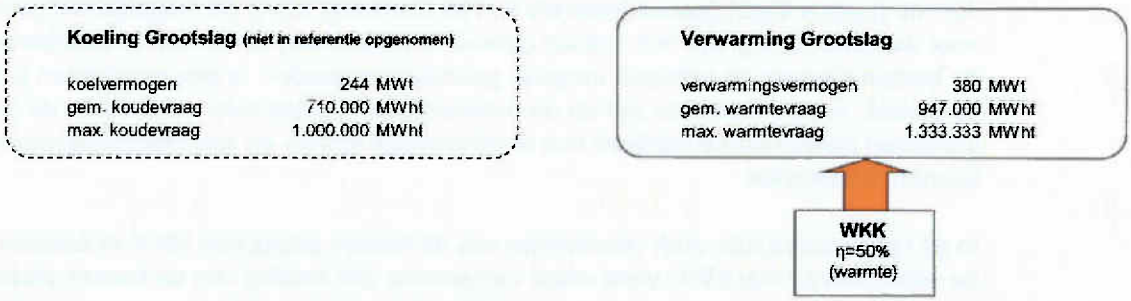
4.1.1 Referentie situatie klimaatvoorziening

De autonome ontwikkeling (zonder grondwateronttrekking/infiltratie voor de klimaatvoorziening) zal als referentie dienen (zie Figuur 4-2). In het referentie energieconcept wordt voor verwarming gebruik gemaakt van warmte-kracht-koppeling (WKK). In een WKK-installatie wordt met behulp van aardgas zowel warmte als elektriciteit opgewekt. In Figuur 4-1 staat een vereenvoudigd principeschema met bijbehorende gebruikte rendementen.



Figuur 4-1 Principeschema warmte-kracht-installatie (WKK)

De elektriciteit die de WKK opwekt wordt vaak in de kas gebruikt ten behoeve van de belichting. Ook wordt er in veel gevallen elektriciteit teruggeleverd aan het elektriciteitsnet. De tegelijkertijd opgewekte CO_2 en warmte worden voor zover mogelijk direct ingezet in de kas. Voor dit MER wordt de opwekking van CO_2 en elektriciteit middels de WKK buiten beschouwing gelaten, omdat in de variant met KWO geen CO_2 en elektriciteit wordt opgewekt. Het gaat om een vergelijking met de levering van warmte vanuit de bodem.
Conform de richtlijnen wordt in het conventionele concept koeling van de kas niet meegenomen. Het concept is in onderstaand figuur schematisch weergegeven, met de daarbij behorende energiestromen.



Figuur 4-2 Schematische weergave van het conventionele concept met bijbehoren de energiestromen

Alle alternatieven gaan uit van de toepassing van KWO, van de in paragraaf 2.3 aangegeven omvang.

4.1.2 Energieconcept met koude-/warmteopslag en warmtepompen

Een mogelijkheid voor een meer efficiënte en duurzame opwekking van de benodigde warmte (en koude) is de toepassing van koude-/warmteopslag (KWO) in combinatie met warmtepompen (WP).

In dit concept worden warmtepompen ingezet voor verwarming van de kassen. Door de levering van een groot deel van de warmte met de WP wordt een grote hoeveelheid warmte aan de bodem onttrokken. Om de energiebalans in de bodem te herstellen zal warmte in de bodem 'opgeslagen' moeten worden. Dit gebeurt door het koelen van de kassen, waarbij de hoeveelheid beschikbare koude vanuit de KWO direct wordt ingezet.

Het concept is in de volgende paragraaf verder uitgewerkt, inclusief de bijbehorende energiestromen, globale dimensionering en de wijze van realisatie.

4.2 Principe koude-/warmteopslag in de bodem

4.2.1 Koude- en warmtelevering

Het principe van de koude- en warmtelevering vanuit de KWO kan worden uitgelegd aan de hand van de volgende situaties:

- warmtevraag;
- koudevraag;
- gelijktijdige warmte- en koudevraag.

Warmtevraag

De warmtevraag wordt geleverd met behulp van elektrisch aangedreven warmtepompen. De bronwarmte ten behoeve van de warmtepompen is afkomstig uit de bodem. Hiervoor wordt grondwater opgepompt uit de warme bronnen. Het opgepompte water staat zijn warmte via een warmtewisselaar af aan de warmtepompinstallatie. De warmtepompen zetten de laagwaardige warmte om in hoogwaardige warmte, waarna de warmte wordt getransporteerd naar de kassen. Als gevolg van de warmteonttrekking aan het grondwater koelt het grondwater af. Het afgekoelde grondwater wordt vervolgens via de koude bronnen weer in de bodem geïnfiltreerd.

Koudevraag

De koudevraag wordt zo veel mogelijk direct geleverd met behulp van de KWO-installatie, zonder tussenkomst van de warmtepompen. Hiertoe wordt grondwater opgepompt uit de koude bronnen. Het opgepompte water staat zijn koude via een warmtewisselaar af aan het gekoeld waternet. Via het gekoeld waternet wordt de koude getransporteerd naar de kassen. Door het leveren van koude wordt warmte aan de retour van het gekoeld waternet toegevoerd. Door de warmtewisselaar wordt deze warmte overgedragen aan het grondwater waarna het opgewarmde grondwater via de warme bronnen weer in de bodem wordt geïnfiltreerd.

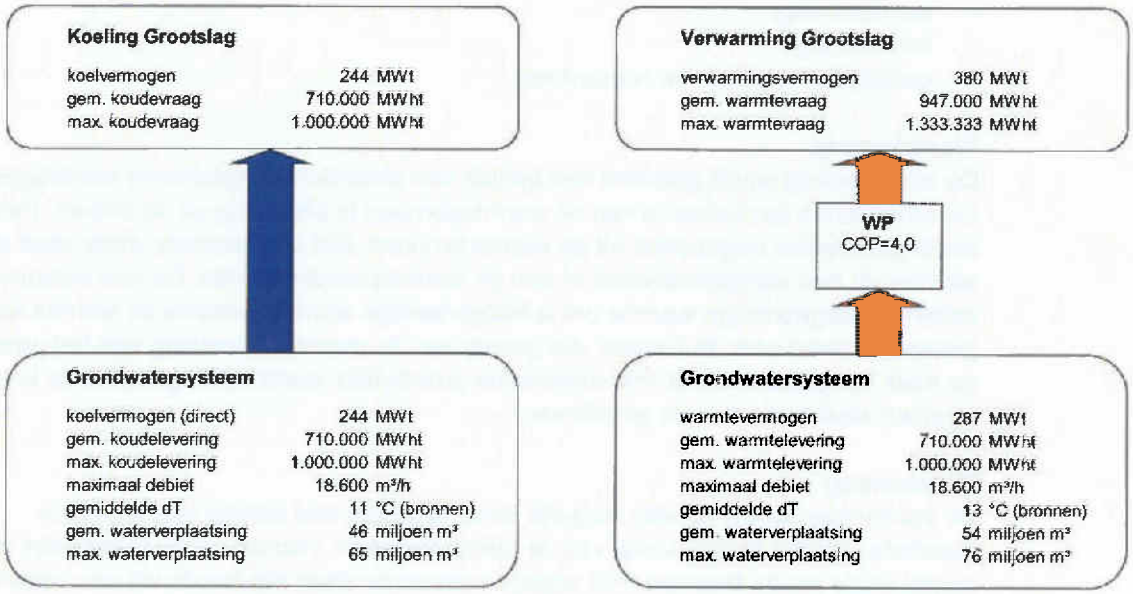
Tijdens de piek in de koudevraag bestaat de mogelijkheid om de warmtepomp in te zetten om aanvullend koelvermogen te leveren. De condensorwarmte van de warmtepomp wordt - indien deze niet direct nuttig kan worden ingezet voor verwarmingsdoeleinden - door middel van een separate warmtewisselaar overgedragen aan het KWO-systeem. De koudevraag zal afhankelijk zijn van het gewas.

Gelijktijdige koude- en warmtevraag

Tijdens de tussenseizoenen kan het voorkomen dat er gelijktijdig zowel warmte als koude gevraagd wordt. Bij een gelijktijdige koude- en warmtevraag zullen de verschillende energiestromen in de technische ruimte zo veel mogelijk onderling worden uitgewisseld. Zo zal de warmte uit de retour van het gekoeld waternet bij een gelijktijdige warmtevraag zo veel mogelijk direct worden ingezet als bronwarmte voor de warmtepomp. De netto vraag naar warmte of koude wordt geleverd door het KWO-systeem. Deze kaszijdige energie-uitwisseling draagt bij aan een duurzame exploitatie van de energievoorziening.

4.2.2 Energiestromen

In Figuur 4-3 zijn het energieconcept en de energiestromen schematisch weergegeven voor het Grootslag.



Figuur 4-3 Schematische weergave van het duurzame concept met bijbehorende energiestromen

Op basis van de energiestromen, zoals weergegeven in bovenstaande figuur zijn de uitgangspunten voor het koude- en warmteopslagsysteem samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 4-1 Samenvatting uitgangspunten koude-/warmteopslag per jaar

Parameter	winter	zomer
maximale waterverplaatsing	76 miljoen m³	65 miljoen m³
gemiddelde waterverplaatsing	54 miljoen m³	46 miljoen m³
maximaal debiet	18.600 m³/uur	18.600 m³/uur
gemiddelde infiltratietemperatuur	7 -12 °C	16 - 28 °C
gemiddelde temperatuurverschil	11 °C	13 °C
minimale / maximale 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 4-1 toont de energetische uitgangspunten voor Het Grootslag. In het masterplan [Lit. 3] is een onderbouwing van deze uitgangspunten gegeven. De maximaal benodigde capaciteit van de grondwateronttrekking voor de KWO is geraamd op 18.600 m³/uur, gemiddeld 100 miljoen m³/jaar en maximaal 141 miljoen m³/jaar, uitgaande van 230 hectare kassen.

De gemiddelde temperatuur van het te infiltreren water zal in de winter minimaal 7 °C bedragen (binnen het winterseizoen zal de infiltratietemperatuur fluctueren: de minimale temperatuur van het infiltratiewater is 5 °C). Voor de gemiddelde infiltratietemperatuur in de zomer wordt rekening gehouden met een maximaal temperatuurniveau van 28 °C. Het werkelijke gemiddelde temperatuurniveau zal sterk afhankelijk zijn van de gebruikte technieken en zal minimaal 20 °C bedragen. In het MER is uitgegaan van een gemiddelde infiltratietemperatuur van 28 °C (binnen het zomerseizoen zal de infiltratietemperatuur fluctueren: de maximale temperatuur van het infiltratiewater is 30 °C).

Het bronnenplan is ten opzichte van de bodem geoptimaliseerd. Er wordt zoveel mogelijk warmte geleverd met behulp van het grondwatersysteem. Deze warmte wordt ingezet voor de klimaatvoorziening van de kassen. Er blijft vanuit het grondwatersysteem gezien geen restwarmte over.

4.2.3 Energiebalans

Uitgangspunt voor de werking van de KWO is een sluitende energiebalans. Dit wil zeggen dat de hoeveelheid warmte die in de bodem wordt gebracht, over een periode van meerdere jaren gezien, (ongeveer) gelijk is aan de hoeveelheid koude die in de bodem wordt gebracht. Een sluitende energiebalans wordt geëist vanuit het beleid van de provincie Noord-Holland. Een (bij benadering) sluitende energiebalans is ook van belang, omdat daarbij ongewenste onderlinge thermische beïnvloeding wordt voorkomen.

Een energiebalans kan op diverse technische en organisatorische manieren geborgd worden. Afhankelijk van het type project, het type installatie, het tekort of teveel aan warmte en/of koude, de organisatiestructuur van het project, etc. zijn er verschillende opties. Hieronder zijn de meest voor de hand liggende methoden beschreven:

1. Aanvullend energie opslaan

Het herstellen van de energiebalans gebeurt door aanvullend koude of warmte in de bodem op te slaan. Hiervoor wordt een extra energie-regeneratiesysteem geïnstalleerd. In het geval van een warmteoverschot in de bodem kan middels een koeltoren (zie foto) in de winter koude ingevangen worden uit de buitenlucht en in de bodem worden opgeslagen voor gebruik in de zomer. Met name bij projecten waar een grote koudevraag aanwezig is, zal dit een geschikte optie zijn. Ook voor extra opslag van warmte zijn technische oplossingen beschikbaar zoals het gebruik van asfaltcollectoren en oppervlaktewater (denk ook aan de gietwaterbassins) waarmee zonnewarmte in de zomer ingevangen kan worden en in de bodem worden opgeslagen.



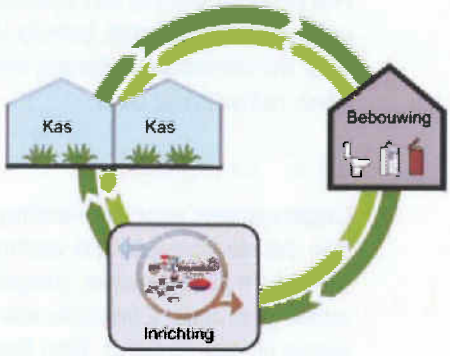
Foto: koeltorens bij een tuinbouwproject voor het herstellen van de energiebalans.

2. Inzet koude- en warmteopslag sturen

De energiebalans is sterk te beïnvloeden door de inzet van de koude- en warmteopslag te sturen. Aangezien er in (bijna) alle gevallen meerdere energieopwekinstallaties worden opgesteld kan er dus gestuurd worden in de energievraag aan de bodem. Op het moment dat er een onbalans dreigt te ontstaan kan dan de warmte van de WKK-installatie ingezet worden waarbij de warmtepompen van de KWO uitgeschakeld worden.

3. Energielevering aan derden

Indien er in een project een energieoverschot is, bestaat er een mogelijkheid om deze energie te leveren aan een andere gebruiker. Daarbij wordt bijvoorbeeld een warmteoverschot in de bodem geleverd aan een naastgelegen woonwijk voor de verwarming van huizen. Een voorbeeld hiervan is het project Zonneterp (zie Figuur 4-4), onderdeel van een innovatieprogramma van Innovatienetwerk Groene Ruimte en Agrocluster. Ook kan energie geleverd worden aan een naastgelegen tuinder waar de energiebalans anders ligt. Dat zal alleen mogelijk zijn bij sterk verschillende teelten, bijvoorbeeld groenteteelt naast bloementeelt.



Figuur 4-4 kringloop Zonneterp met uitwisseling energie tussen kassen en woningen

4. Toepassingsgraad KWO sturen

Een laatste mogelijkheid die de energiebalans sterk kan beïnvloeden is de toepassingsgraad van koude- en warmteopslag binnen één project. Daarbij kan bijvoorbeeld gekozen worden voor het (semi)gesloten maken van een deel van de kassen. Op deze manier kan de extra geoogste warmte uit de gesloten kas, geleverd worden aan de overige kassen binnen hetzelfde project. Er zijn op dit moment voorbeelden waarbij 25-30% van de kassen gesloten is en de warmte levert voor 100% van de kassen. Nadeel hiervan is dat de overige kassen niet met de KWO gekoeld kunnen worden.

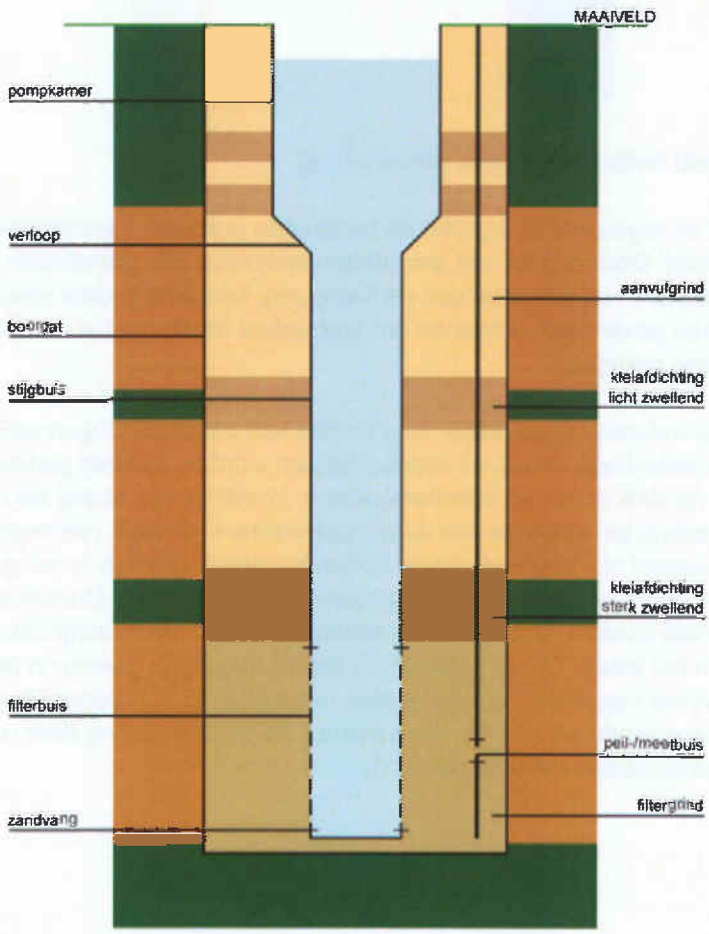
Uit de in Tabel 4-1 weergegeven energetische uitgangspunten, blijkt dat de totale jaarlijkse warmtelevering van het grondwatersysteem (max. 1.000.000 MWh_t) gelijk is aan de jaarlijkse koudelevering (max. 1.000.000 MWh_t). In dit geval is er sprake van een energetische balans in de bodem. Zoals vermeld is dit het uitgangspunt geweest bij het opstellen van dit MER. Met bovenomschreven maatregelen zullen individuele tuinders moeten zorgen voor deze energetische balans. Hierdoor zal het systeem ook minder gevoelig worden voor de klimatologische omstandigheden. Eventuele wisselingen in warmte winters, koele zomers, etc. zijn met de beschreven maatregelen op een robuuste manier op te vangen.

4.2.4 Dimensionering koude-/warmteopslag

Op basis van de in Tabel 4-1 weergegeven uitgangspunten en de geohydrologische parameters is een globaal bronontwerp gemaakt van de KWO, zie Tabel 4-2

Tabel 4-2	Globale dimensionering koude-/warmteopslagsysteem
maximaal debiet per bron	300 m^3/h
diepte bronnen	250 m onder maaiveld (m-mv)
filtertraject	120-250 m-mv
boordiameter	800 mm
aantal doubletten	62

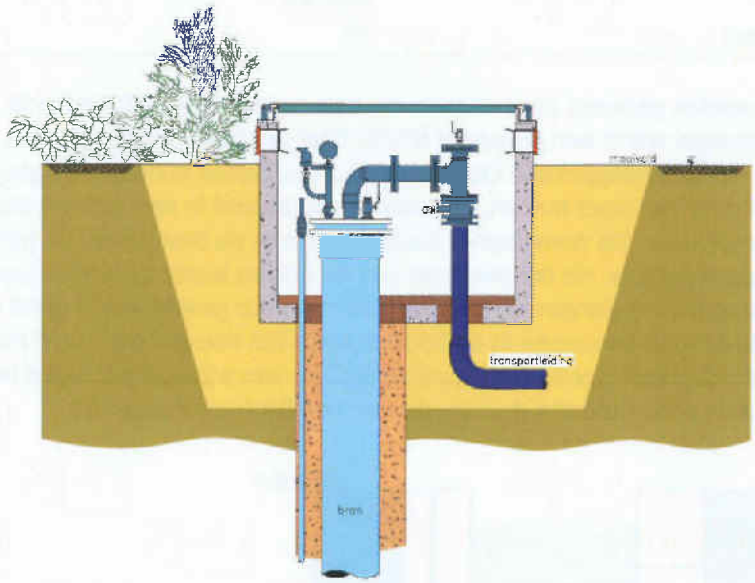
De bronnen worden geboord door middel van een zuigboor/luchtlift methode. Na het boren van het boorgat wordt een kunststof (PVC) filter geplaatst ter hoogte van de gewenste zandlagen in het opslagpakket. Daarboven worden blinde kunststof stijgbuizen gelijmd. Het bovenste deel van deze buizen, die worden uitgevoerd in een grotere diameter, doet dienst als pompkamer. De pompkamer biedt plaats aan de bronpomp, de pers- en injectieleiding en de meetbuis. Na het plaatsen van de buizen wordt de ruimte tussen de buizen en de boorgatwand aangevuld met speciaal hiervoor geselecteerd grind en klei. Ter hoogte van de scheidende lagen in de bodem wordt het boorgat afgedicht met een sterk zwellende klei. Hierdoor wordt de natuurlijke situatie van scheidende lagen hersteld. In Figuur 4-5 is een schematische doorsnede van een bron weergegeven.



Figuur 4-5 Schematische doorsnede bron

Elke bron wordt afgewerkt in een putbehuizing, welke ter bescherming dient van de bron en de installatieonderdelen die zich direct bij de bron bevinden.

In Figuur 4-6 is ter beeldvorming een schets weergegeven van een halfbovengronds afgewerkte putbehuizing.



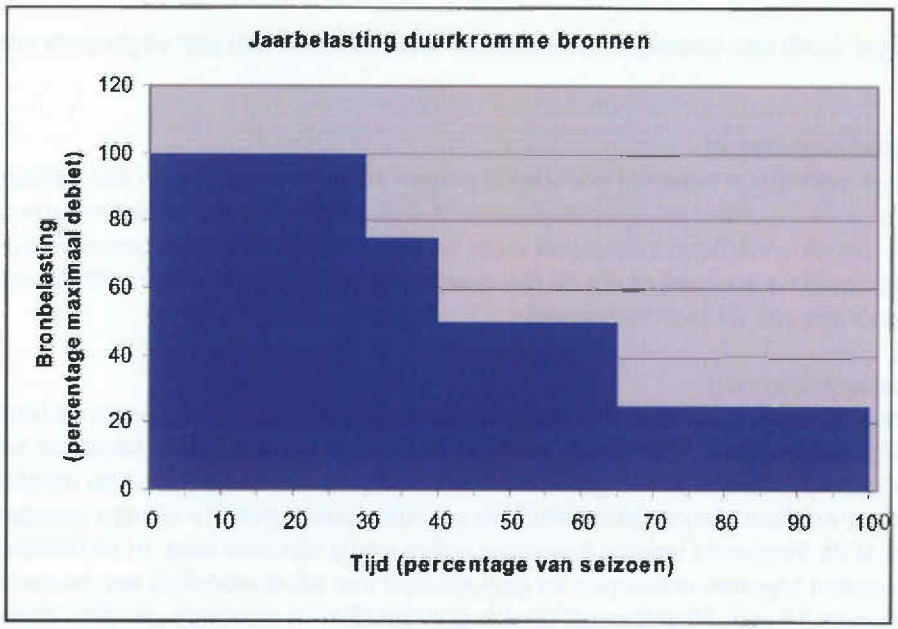
Figuur 4-6 Voorbeeld halfbovengrondse putbehuizing

Nadat de bron geboord en afgewerkt is, worden de benodigde pompen, injectieleidingen en appendages ingebouwd. Door middel van een onderwaterpomp kan grondwater aan de bodem worden onttrokken. Het toerental van de bronpomp kan door middel van een frequentieregelaar worden gevarieerd, waarmee het brondebiet traploos of in een aantal debietstappen kan worden geregeld.

Het injecteren van het grondwater vindt plaats door middel van injectieleidingen en/of injectiekleppen. De injectieleidingen en/of de injectiekleppen worden zodanig gedimensioneerd of ingesteld dat de druk in het grondwatersysteem, zowel tijdens bedrijf als tijdens stilstand, onder een overdruk ten opzichte van de atmosferische druk blijft. Hiermee wordt voorkomen dat zuurstof of andere vreemde stoffen kunnen toetreden in het grondwater. Daarnaast blijven opgeloste gassen in het grondwater in oplossing. Grondwater bevat van nature opgeloste gassen. Door de hoge statische druk in het opslagpakket zijn deze gassen opgelost in het water. Om te voorkomen dat de opgeloste gassen in het grondwater vrijkomen bij het oppompen van het water, moet er altijd een bepaalde overdruk in het systeem gehandhaafd blijven. Op deze manier wordt verstopping door ontgassing (bronnen en componenten) voorkomen.

4.2.5 Bronbelasting en onderhoudsmaatregelen

Voor het dimensioneren van de bronnen is de volgende belasting duurkromme aangehouden voor zowel koudelevering als warmtelevering (zie Figuur 4-7).



Figuur 4-7 Belastingduur koudelevering en warmtelevering

Om de bronnen in goede conditie te houden wordt met regelmaat onderhoud aan de bronnen uitgevoerd. Het onderhoud van bronnen kan worden onderverdeeld in drie categorieën:

- preventief onderhoud;
- correctief onderhoud;
- regeneratie bronnen.

Preventief onderhoud

Tijdens het infiltreren van grondwater zullen kleine deeltjes (zand en slib) afkomstig uit de onttrekkingsbronnen worden geïnfiltreerd in de infiltratiebronnen. Bij een goed ontwikkelde bron in een kwalitatief goed zandpakket, zoals het geval is op de locatie van Het Grootslag, zal de hoeveelheid vrijkomende zand en slibdeeltjes zeer beperkt zijn. Toch wordt aanbevolen om de bronnen regelmatig preventief te onderhouden, aangezien ophoping van zand- en slibdeeltjes in de infiltratiebron op termijn kan leiden tot verstopping van de bron.

Onderdeel van het preventief onderhoud is het verwijderen van vaste slib- of zanddeeltjes. De verwijdering van de deeltjes wordt bewerkstelligd door na een rustperiode de pomp 15 tot 30 min op volle capaciteit te laten draaien. Het aanzetten van de pomp op volle capaciteit veroorzaakt een korte krachtstoot op de deeltjes in en rondom het filter en de filteromstorting.

De kleine deeltjes worden losgemaakt en meegenomen met het onttrokken water door de filteromstorting en de filterspleten via de filterbuis en stijgbuis naar maaiveld. Indien mo-

gelijk wordt het "vervuilde" water dan geloosd op het riool of op het oppervlaktewater. Een andere steeds vaker toegepaste methode is het "vervuilde" water via een bypass door een onderhoudsfilter (ook wel kaarsenfilter) te leiden en het schone gefiltreerde water weer te retourneren in een andere bron.

In principe wordt een bovengenoemde onderhoudsactie elk half jaar uitgevoerd voor elke bron.

Correctief onderhoud
Correctief onderhoud betekent onderhoud plegen als de bronnen tot op een bepaalde hoogte zijn verslechterd en dus niet preventief. Een nadeel van correctief onderhoud is de kans dat dit onderhoud intensiever moet worden uitgevoerd om de bronnen weer op normaal niveau te brengen of dat dit niet meer voor 100% lukt. Het kan zelfs tot versnelde regeneratie van de bronnen leiden.

Regeneratie bronnen
Regeneratie is een intensieve manier om bronnen te reinigen. Hierbij wordt de bronkop van de bron verwijderd. Vervolgens wordt in de bron de vervuiling met bepaalde technieken verwijderd (dus niet alleen grondwater onttrekken en spuien). Dit is een arbeidsintensief proces en dient planningstechnisch en organisatorisch goed te worden geregeld. In principe is de frequentie waarbij dergelijke acties nodig zijn zeer laag. In de meeste gevallen worden bronnen ontworpen en gerealiseerd met als doelstelling een levensduur van minimaal 15 jaar. Hierbij wordt slechts preventief en in sommige gevallen correctief onderhoud gepleegd.

5 Alternatieven

In de richtlijnen voor het MER [Lit. 1] is aangegeven dat voor de KWO verschillende alternatieven uitgewerkt dienen te worden (zie ook bijlage 2). 8Alle (KWO-)alternatieven voor de klimaatvoorziening gaan uit van de uitgangspunten uit Tabel 4-2. De gevraagde capaciteit van het grondwatersysteem bedraagt 18.600 m³/uur en de bijbehorende (gemiddelde) jaarlijkse waterverplaatsing 100 miljoen m³. Om de benodigde capaciteit voor het gebied te kunnen leveren zijn 62 warme bronnen en 62 koude bronnen nodig, uitgaande van een maximale capaciteit van 300 m³/uur per bron.

Er zijn vele mogelijkheden voor de locaties van de bronnen. De situering van de putten is bepalend voor de milieueffecten en voor het energetisch rendement van het systeem. Conform de "Richtlijnen voor het milieueffectrapport" zijn drie alternatieven uitgewerkt, waarbij de situering van de putten in het gebied is gevarieerd. Voor de situering van de putten is zo veel mogelijk rekening gehouden met de inpassingsmogelijkheden op basis van de inrichting van het gebied.

Om de benodigde waterverplaatsing bij volledige inzet van KWO te kunnen realiseren, zonder te grote thermische interactie, dient in voldoende mate gebruik te worden gemaakt van de dikte van het derde watervoerende pakket. De benodigde dikte van de gebruikte laag is bepaald op minimaal 130 m, uitgaande van putten met de maximale capaciteit van 300 m³/uur en een gemiddelde waterverplaatsing van 810.000 m³ per seizoen per put. De filters van de bronnen zullen worden geplaatst in het traject van 120 tot 250 m-mv.

5.1 Alternatief 0 – Referentiesituatie

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 en het verhogen van het aantal draaiuren van de WKK worden korte termijn (dag/nacht) buffers ingezet.

5.2 Alternatief 1 – Geohydrologisch optimaal

Als gevolg van het onttrekken van grondwater neemt de stijghoogte in de omgeving van de onttrekkingsputten af. Bij de infiltratieputten neemt de stijghoogte juist toe. De stijghoogteveranderingen vertalen zich tot op zekere hoogte door in de grondwaterstand en de stijghoogten in andere bodemlagen.
De afname van de stijghoogte, als gevolg van de onttrekking uit de onttrekkingsputten, worden deels gecompenseerd door toename van de stijghoogte, veroorzaakt door de infiltratie in de infiltratieputten. Hoe kleiner de afstand tussen de onttrekking en de infiltratie, hoe meer de verhogingen en verlaging elkaar uitdempen. Omgekeerd zal het bij el-

kaar plaatsen van onttrekkingsputten en het bij elkaar plaatsen van infiltratieputten leiden tot grote hydrologische effecten doordat de veroorzaakte verlagingen dan wel verhogingen elkaar versterken.

Om de hydrologische effecten minimaal te maken zou gekozen moeten worden voor een afwisseling van koude en warme putten, die los van elkaar en op korte afstand van elkaar geplaatst moeten worden. Door een te korte afstand tussen de koude en warme putten zullen echter relatief grote verliezen van koude en warmte optreden (thermisch ongunstig). Om het doel van het systeem, namelijk de opslag van koude en warmte, te realiseren moet de afstand dus voldoende groot worden gekozen. De configuratie bestaat dan uit een afwisseling van koude en warme putten die op voldoende afstand van elkaar staan (kruislingse configuratie). Randvoorwaarde hierbij is dat het vereiste aantal putten wordt geplaatst.
Het los plaatsen van koude en warme putten vraagt echter zodanig veel ruimte dat het gewenste aantal van 124 putten niet in het gebied kan worden ingepast. De meest optimale situatie, waarbij toch het gewenste aantal putten geplaatst kan worden, is de putconfiguratie uit het Masterplan.

Voor het geohydrologisch optimaal alternatief is daarom uitgegaan van een afwisseling van twee warme putten bij elkaar en twee koude putten bij elkaar. Figuur #3 (zie rapport Figuren en Bijlagen) toont de situering van de putten voor alternatief 1.

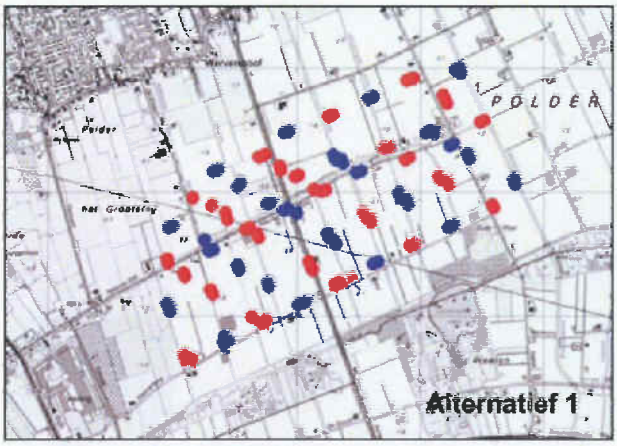
5.3 Alternatief 2 – Thermisch optimaal

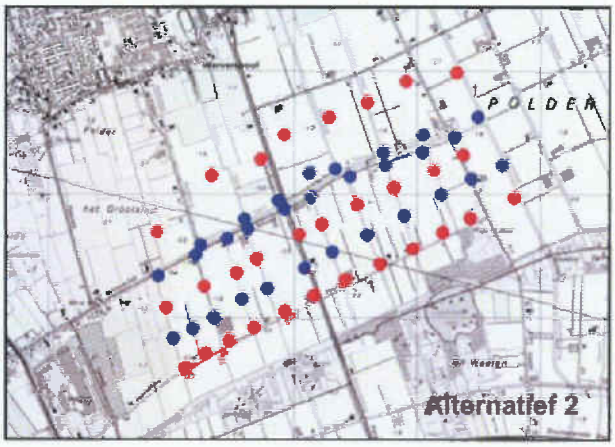
Doel van ondergrondse koude- en warmteopslag is het opslaan van warmte en koude voor de langere termijn. Het ligt daarom voor de hand om de putlocaties zodanig te kiezen dat het verlies van koude en warmte minimaal is. Dit kan worden bereikt door de putten van hetzelfde type te groeperen in clusters, zo veel mogelijk rekening te houden met de grondwaterstroming en door de afstand tussen de koude en de warme clusters zo groot mogelijk te maken. De afstand tussen de koude en de warme clusters mag echter niet zodanig groot worden dat de glastuinbouwbedrijven te maken krijgen met putlocaties die ver buiten de eigen kavelgrenzen liggen. Als voorwaarde is daarom gesteld dat zich op of nabij ieder kavel zowel koude als warme putten bevinden. Figuur #4 toont de gekozen configuratie van de putten voor alternatief 2.

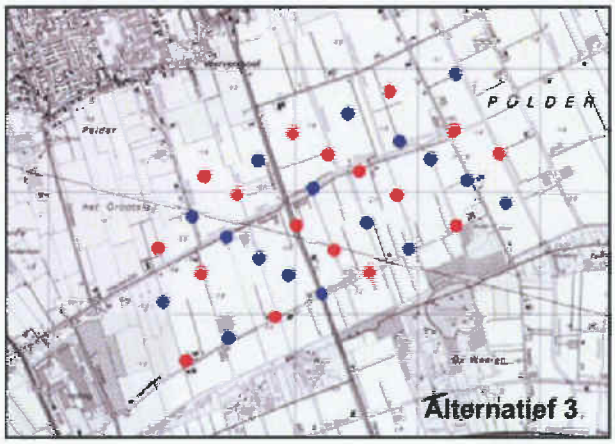
5.4 Alternatief 3 – Compromis

Het geohydrologisch optimaal alternatief gaat uit van zo veel mogelijk afwisselend plaatsen van de putten, terwijl de putten bij het thermisch optimaal alternatief juist zo veel mogelijk geclusterd moet worden. Een compromis hiertussen is het groeperen van de putten in groepen van meerdere putten bij elkaar (grotere groepen dan in Alternatief 1). In dit MER is gekozen voor groepen van vier putten bij elkaar. Figuur #5 toont de locaties van de putten voor alternatief 3.

Figuur 5-1en Tabel 5-1 geven een overzicht van de locaties van de putten en de kenmerken van alle alternatieven.







Tabel 5-1 Kenmerken alternatieven

alter-natief	kenmerken
0	- gebruik WKK (met piekketel)
1	- twee putten geclusterd - warme en koude putten afwisselend geplaatst
2	- warme en koude putten zoveel mogelijk clusteren in warme en koude stroken
3	- vier putten geclusterd - warme en koude putten afwisselend geplaatst

Figuur 5-1 Locaties van de putten voor alternatief 1, 2 en 3. Een rode stip is een warme put en een blauwe stip een koude put.

6 Milieu-effecten van de voorgenomen activiteit

6.1 Inleiding

In paragraaf 6.2 is het jaarlijks energieverbruik en de bijbehorende emissie uitgewerkt, conform de richtlijnen. Hierbij is de energielevering vanuit de KWO in combinatie met warmtepompen als uitgangspunt gekozen. In de richtlijnen wordt gevraagd om een uitwerking op basis van het energieverbruik en de CO_2-uitstoot per eenheid product, zodat de verschillen in de productie tussen de referentie en de KWO-alternatieven objectief kunnen worden beoordeeld. In dit MER is het effect van de mogelijke productieverhoging niet meegenomen en is daardoor sprake van een worst-case benadering. De positieve invloed van de toepassing van de (semi-) gesloten kas wordt hiermee onderschat.

Optimalisatie van de energievraag door kaszijdige aanpassingen valt buiten de scope van dit MER. Uitgangspunt is dat de kassen en bijbehorende installaties voldoen aan de huidige eisen op het gebied van energieverbruik. De toepassing van KWO zorgt daarbij voor een verduurzaming van de opwekking van energie in de glastuinbouw.

In paragraaf 6.3 en 6.4 zijn de geohydrologische en thermische (milieu-)effecten van de voorgenomen activiteit beschreven. Deze effecten vormen de kern van dit MER en zijn voor de afweging van belangen bij de beoordeling van de vergunningaanvraag het belangrijkst.

Resumerend zijn in paragraaf 6.2 de milieu-effecten voor de bovengrond uitgewerkt en in paragraaf 6.3 en 6.4 de milieu-effecten voor de ondergrond.

6.2 Energieverbruik en emissies

Op basis van de energetische uitgangspunten, zoals weergegeven in paragraaf 4.1 en 4.2 zijn de milieueffecten in de vorm van de vermindering van primair energieverbruik en uitstoot van CO_2 berekend. Hierbij zijn de onderzochte alternatieven vergeleken met de referentie variant waarbij de verwarming plaatsvindt met gasgestookte WKK's. Koeling is in de referentie niet meegenomen, conform de richtlijnen.

Aangezien de belangrijkste variabele van de alternatieven de ruimtelijke situering van de bronnen betreft, zullen de onderlinge verschillen in de energievraag en -levering tussen de onderzochte alternatieven zeer beperkt zijn (ordegrootte <2%). Bovendien blijkt uit de gevoeligheidsanalyse die later in deze paragraaf is weergegeven, dat de invloed van het energetisch functioneren van het koude-/warmteopslagsysteem slechts een beperkte invloed heeft op de te behalen energiebesparing. Daarom zijn in deze paragraaf de alternatieven met KWO beschouwd als één alternatief, namelijk de "KWO-variant".

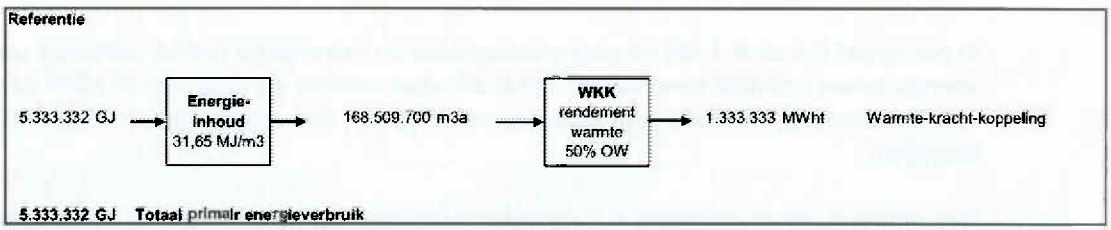
Het uitgangspunt voor de vergelijking is dat de energievraag voor de referentievariant gelijk is aan de energievraag voor de KWO variant, waarbij verschillen in de energievraag, ten gevolge van verschillen in energiebesparende maatregelen tussen beide varianten, niet worden meegenomen. Voor het bepalen van de energiebesparing en de CO_2 emissiereductie zijn de uitgangspunten gehanteerd, zoals weergegeven in Tabel 6-1.

Tabel 6-1 Uitgangspunten voor bepaling energiebesparing en CO_2 emissiereductie

component	waarde	eenheid
rendement elektriciteitscentrale[1]	42	% op onderwaarde
onderste verbrandingswaarde aardgas	31,65	MJ/m³ 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]	1,780	kg/m³ aardgas

6.2.1 Resultaten referentie

In Figuur 6-1 is de berekening van het jaarlijks primair energieverbruik van de referentievariant weergegeven.

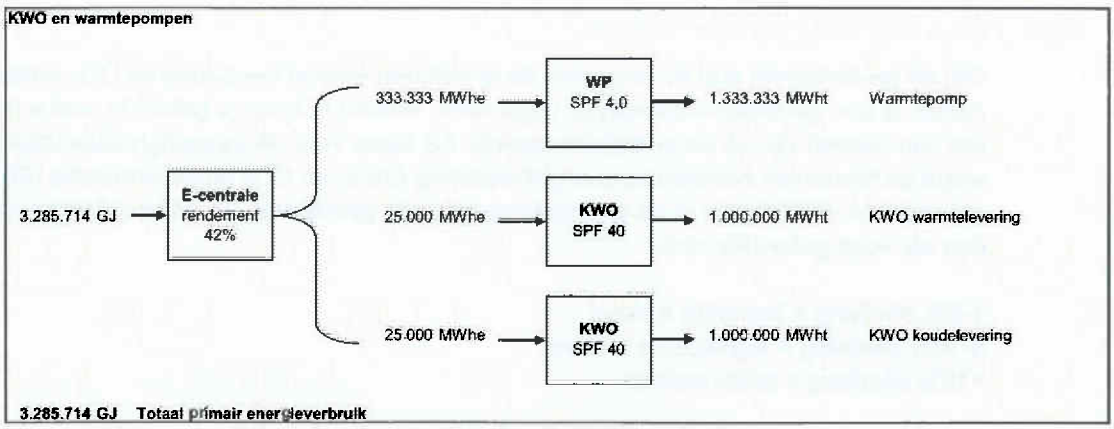


Figuur 6-1 Jaarlijks primair energieverbruik referentievariant

6.2.2 Resultaten KWO variant

In Figuur 6-2 is de berekening van het jaarlijks primair energieverbruik van de KWO-variant weergegeven.

[1] Bron: Monitoring protocol Duurzame Energie – Update 2006, SenterNovem



Figuur 6-2 jaarlijks primair energieverbruik KWO-variant

6.2.3 Totaal overzicht beide varianten

Aan de hand van de in Figuur 6-1 en Figuur 6-2 weergegeven berekeningsresultaten is voor de referentievariant en voor de KWO-variant de CO_2 emissie berekend. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de energieverbruiken en de CO_2 emissies voor de beide varianten. Daarbij is alleen het energieverbruik voor de warmtelevering en koudelevering (alleen in de KWO-variant) meegenomen.

Tabel 6-2 Energieverbruiken en emissies

		referentie	koude-/warmteopslag
gasverbruik	m^3/jaar	168.509.700	0
elektriciteitsverbruik	MWh_e/jaar	0	383.333
primair energieverbruik	GJ/jaar	5.333.332	3.285.714
CO_2-emissie	ton/jaar	299.947	216.967

Indien jaarlijks 1.000.000 MWh_t koude en 1.333.333 MWh_t warmte wordt geleverd met de KWO-variant bedraagt de besparing in primair energieverbruik circa 2.047.618 GJ/jaar (38%) ten opzichte van de referentievariant waarbij alleen warmte wordt geleverd. De verhouding van de geleverde energie versus de benodigde primaire energie is in dit geval 2,56.

De reductie in uitstoot van CO_2 bedraagt op jaarbasis 82.981 ton (28%). Het verschil in percentages wordt veroorzaakt door het feit dat de emissiefactor van elektriciteit relatief gezien ongunstiger is dan voor aardgas, omdat het park van elektriciteitscentrales in Nederland ook minder schone kolencentrales bevat.

In onderstaande tabel is op basis van Tabel 6-2 een score gegeven van de KWO-variant ten opzichte van de referentie.

Tabel 6-3 Beoordeling energieverbruik en CO_2-emissie

aspect	referentie	KWO
primaire energieverbruik	0	++
CO_2-emissie	0	++
totale beoordeling	0	++

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

6.2.4 Gevoeligheden energieverbruik

Om de gevoeligheid aan te tonen van de te behalen energiebesparing en CO_2 emissiereductie, is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, waarbij in kaart is gebracht welke factoren van invloed zijn op de energiebesparing. Als basis voor de gevoeligheidsanalyse wordt de hierboven berekende energiebesparing (38%) en CO_2 emissiereductie (28%) gehanteerd. Afwijkingen in de energiebesparing als gevolg van de invloedsfactoren, worden als volgt gekwalificeerd:

1-5% afwijking = beperkte invloed
5-10% afwijking = significante invloed
>10% afwijking = grote invloed

Variatie in energievraag

toelichting: Voor het bepalen van de energiebehoefte is gebruik gemaakt van kentallen. De werkelijke energiebehoefte is mede afhankelijk van een aantal externe factoren, zoals weersinvloeden, gebruiksgedrag, type concept, toepassingsgraad, etc. Om de gevoeligheid van een eventuele variatie in de energiebehoefte op de energiebesparing aan te tonen, is een variatie van +/- 15% op de warmte- en koudevraag doorgerekend.

variatie:	energiebesparing (%)	CO_2 emissie-reductie (%)	invloed
koudevraag -15%	39	28	beperkt
koudevraag +15%	38	27	beperkt
warmtevraag -15%	38	27	beperkt
warmtevraag +15%	39	28	beperkt

Energetisch functioneren KWO

toelichting: Het energetisch functioneren van een KWO kan beïnvloed worden door een aantal factoren, zoals de natuurlijke grondwaterstroming, de thermische beïnvloeding van de bronnen onderling, benodigde overdruk in het systeem, etc. Slechtere energetische prestatie leidt tot een lagere te behalen energiebesparing. Om de gevoeligheid hiervan op de energiebesparing aan te tonen, is de energiebesparing doorgerekend met een hogere en een lagere SPF (Seasonal Performance Factor) van de koude- en warmteopslag.

variatie:	energiebesparing (%)	CO_2 emissie-reductie (%)	invloed
SPF KWO = 30	36	25	beperkt
SPF KWO = 50	40	30	beperkt

Energetisch functioneren warmtepomp

toelichting: Het energetisch functioneren van een warmtepomp is afhankelijk van een aantal factoren, zoals de constructie van de warmtepomp, de temperatuurniveaus waarop de warmtepomp functioneert, de regelstrategie, de wijze van inregelen, etc. Een slechtere energetische prestatie leidt tot een lagere energiebesparing. Om de gevoeligheid hiervan op de energiebesparing aan te tonen, is de energiebesparing doorgerekend met een hogere en een lagere SPF (Seasonal Performance Factor) van de warmtepomp.

variatie:	energiebesparing (%)	CO_2 emissie-reductie (%)	invloed
SPF WP = 3,4	29	17	groot
SPF WP = 4,6	45	36	significant

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat met name het energetisch functioneren van de warmtepomp een belangrijke invloed heeft op de te behalen energiebesparing.

6.3 Hydrologische effecten en gevolgen daarvan

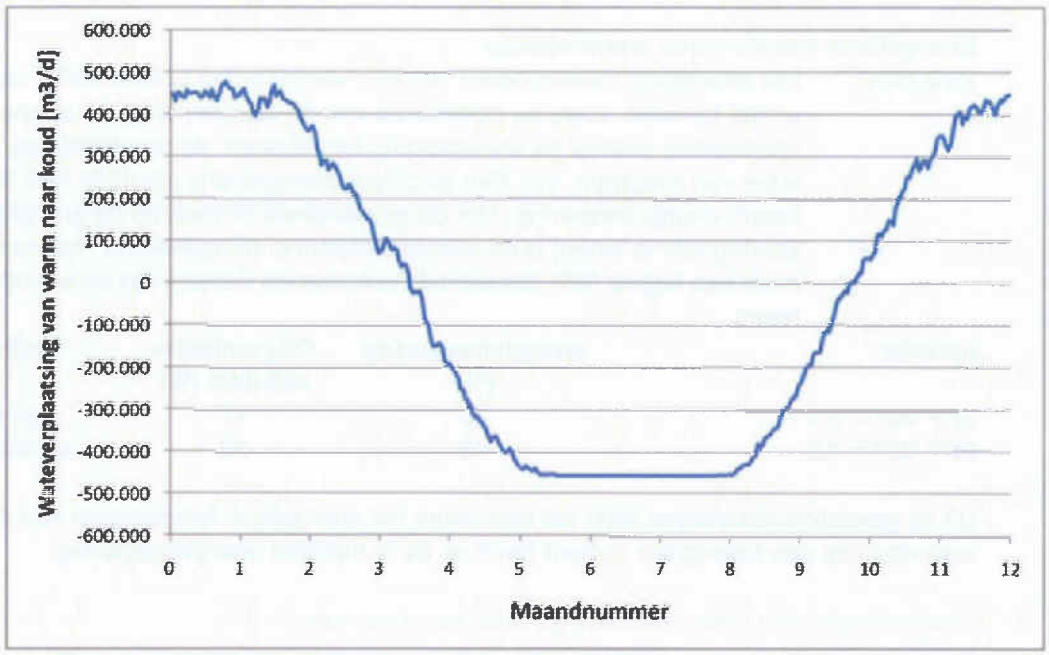
De hydrologische effecten zijn berekend met het gekalibreerde grondwatermodel dat in het kader van deze studie is gemaakt. In bijlage 6 is het grondwatermodel beschreven en hoe het tot stand is gekomen. De effecten van de KWO en van de gietwatervoorziening zijn voor de verschillende alternatieven separaat berekend voor zowel het zomerseizoen als het winterseizoen.

6.3.1 Schematisatie in tijd

KWO

In de richtlijnen wordt gevraagd naar het verwachte onttrekkings- en infiltratiepatroon op weekbasis. In dit MER is gekozen voor een andere benadering, waarbij een worst-case situatie is gekozen. Voor de KWO is een niet-stationaire berekening gedaan, waarbij het systeem continu op maximaal debiet (18.600 m³ per uur) draait totdat de gemiddelde waterverplaatsing voor het betreffende seizoen is bereikt. Voor het winterseizoen zijn daarvoor 121 dagen nodig en voor het zomerseizoen 103 dagen.

In werkelijkheid is het debiet afhankelijk van de koude- dan wel warmtevraag van de aangesloten kassen en varieert het debiet in de tijd. Een globale inschatting van het verloop van het debiet in de tijd is weergegeven in onderstaand figuur (gebaseerd op klimaatgegevens van het KNMI). Door uit te gaan van een situatie waarin al het verplaatste grondwater bij maximale capaciteit wordt verpompt, is sprake van een overschatting van de hydrologische effecten (worst-case benadering). Deze overschatting is het grootst waar het grondwatersysteem relatief traag reageert, namelijk op grotere afstand van de koude-/warmteopslag en in de ondieper gelegen bodemlagen (eerste watervoerende pakket en deklaag).



Globale inschatting van de totale waterverplaatsing per dag voor het gehele gebied (100% toepassing KWO)

Gietwater

Om de debieten voor de gietwatervoorziening te bepalen zijn waterbalansberekeningen uitgevoerd. Hierbij is de te onttrekken en te infiltreren hoeveelheid water bepaald op basis van:

- De gietwatervraag;
- Het hemelwateraanbod (dag-neerslaggevens van KNMI-meetstation Hoorn over de periode 1987 t/m 2006);
- Neerslag in het bassin en verdamping uit het bassin;
- Bassins met een volume van 500 m³ per hectare kas;
- Rendement van de OHB van 80% (dit kan in de praktijk anders zijn, maar dat is voor de hydrologische effecten niet van belang: de netto onttrekking blijft gelijk en wordt deels verschoven van de OHB naar de RO);
- alle kassen gerealiseerd (eindsituatie) en 100% toepassing van OHB en RO.

Voor meer informatie over de gietwaterbalansberekeningen wordt verwezen naar bijlage 4. De berekeningen geven per dag de hoeveelheid water die wordt onttrokken dan wel geïnfiltreerd per deelsysteem. Op basis van de daggegevens is een gemiddelde per maand bepaald, wat is gebruikt in de hydrologische berekeningen. De hydrologische effecten zijn gepresenteerd voor de zomermaand met de grootste netto onttrekking en voor de wintermaand met de grootste netto infiltratie. Tabel 6-4 toont de gebruikte debieten.

Tabel 6-4 Debiet gietwatersysteem per hectare kas in hydrologische berekeningen (in totaal is 230 hectare kas gepland).

maand	gemiddelde netto onttrekking		
	RO	OHB	totaal
januari	0,00 m³/d/ha	-13,19 m³/d/ha	-13,19 m³/d/ha
februari	0,00 m³/d/ha	-5,86 m³/d/ha	-5,86 m³/d/ha
maart	0,66 m³/d/ha	0,65 m³/d/ha	1,30 m³/d/ha
april	1,49 m³/d/ha	16,09 m³/d/ha	17,59 m³/d/ha
mei	4,77 m³/d/ha	21,59 m³/d/ha	26,36 m³/d/ha
juni	13,04 m³/d/ha	11,51 m³/d/ha	24,55 m³/d/ha
juli	13,42 m³/d/ha	5,64 m³/d/ha	19,07 m³/d/ha
augustus	10,79 m³/d/ha	-2,86 m³/d/ha	7,94 m³/d/ha
september	3,29 m³/d/ha	-3,38 m³/d/ha	-0,09 m³/d/ha
oktober	0,40 m³/d/ha	-11,68 m³/d/ha	-11,29 m³/d/ha
november	0,00 m³/d/ha	-17,10 m³/d/ha	-17,10 m³/d/ha
december	0,00 m³/d/ha	-19,44 m³/d/ha	-19,44 m³/d/ha

De berekeningen zijn gebaseerd op het beginsel van superpositie, hetgeen inhoudt dat alleen de stijghoogteveranderingen worden berekend. De werkelijke stijghoogte kan worden verkregen door de berekende stijghoogteveranderingen te superponeren op het stijghoogtepatroon van dat moment (zie paragraaf 4.2.3).

6.3.2 Resultaten

De hydrologische berekeningen zijn uitgevoerd om inzicht te krijgen in de veranderingen van de grondwaterstand en de stijghoogten in de verschillende watervoerende pakketten ten gevolge van de voorgenomen grondwateronttrekking/infiltratie. Tevens is bepaald tot welke afstand in de omgeving van de koude- en warmteopslag grondwaterstand- c.q. stijghoogteveranderingen merkbaar zijn. Het contourinterval is 10 cm voor het eerste, tweede en derde watervoerende pakket en 5 cm voor de deklaag. Dit is het zogenaamde invloedsgebied, dat wordt gedefinieerd als het gebied waar de berekende veranderingen groter zijn dan 0,10 m voor de watervoerende pakketten, respectievelijk 0,05 m voor de deklaag (grondwaterstand).

Alternatief 0 – Referentiesituatie

De referentiesituatie voor de klimaatvoorziening is de huidige situatie van Het Grootslag, waarbij geen gebruik wordt gemaakt van ondergrondse koude- en warmteopslag. In de referentiesituatie zijn er dan ook geen geohydrologische effecten als gevolg van de klimaatvoorziening.

Alternatief 1 – Geohydrologisch optimaal

Figuur #6 toont de berekende maximale hydrologische effecten van alternatief 1 in het winterseizoen. De maximale effecten in het zomerseizoen zijn nagenoeg gelijk (een fractie kleiner) aan die van het winterseizoen, maar tegengesteld. Dat wil zeggen dat daar waar in het zomerseizoen sprake is van een verlaging in het winterseizoen sprake is van eenzelfde verhoging en omgekeerd. In Tabel 6-5 en Tabel 6-6 zijn de berekeningsresulaten samengevat voor de situatie met alleen KWO (geen RO en OHB).

In figuur #6 zijn alleen de effecten van de KWO gepresenteerd. Figuur #7a en #7b tonen de effecten van de grondwateronttrekking en -infiltratie voor de gietwatervoorziening (RO en OHB) in respectievelijk de zomer en de winter. In Tabel 6-7 en Tabel 6-8 zijn de berekeningsresulaten samengevat per alternatief voor de situatie met alleen RO en OHB (geen KWO).

Het totale maximale effect van de KWO (Alternatief 1), RO en OHB zijn voor de zomer- en de wintersituatie weergegeven in respectievelijk de figuren #8a en #8b. De Tabel 6-9 en Tabel 6-10 geven een overzicht van de berekeningsresulaten per alternatief voor de situatie met KWO, RO en OHB.

Alternatief 2 –Thermisch optimaal

De hydrologische effecten van alternatief 2 (winterseizoen) (alleen KWO) in de deklaag, het eerste watervoerende pakket, watervoerend pakket 2A en het derde watervoerende pakket zijn opgenomen in figuur #9 en samengevat in Tabel 6-5 en Tabel 6-6. In figuur #10a (zomersituatie) en #10b (wintersituatie) zijn de totale maximale effecten van de KWO (Alternatief 2), RO en OHB weergegeven. Tabel 6-9 en Tabel 6-10 geven een overzicht van de berekeningsresultaten per alternatief voor de situatie met KWO, RO en OHB.

Alternatief 3 – Compromis

De hydrologische effecten van alternatief 3 (winterseizoen) in de deklaag, het eerste watervoerende pakket, watervoerend pakket 2A en het derde watervoerende pakket zijn opgenomen in figuur #11 en samengevat in Tabel 6-5 en Tabel 6-6. In figuur #12a (zomersituatie) en #12b (wintersituatie) zijn de totale maximale effecten van de KWO (Alternatief 3), RO en OHB weergegeven. Tabel 6-9 en Tabel 6-10 geven een overzicht van de berekeningsresulaten per alternatief voor de situatie met KWO, RO en OHB.

Tabel 6-5 Maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen per alternatief, alleen KWO

bodemlaag	zomer				winter			
	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
deklaag	0,00 m	0,01 m	0,07 m	0,04 m	0,00 m	0,01 m	0,06 m	0,04 m
1e WVP	0,00 m	0,10 m	0,49 m	0,32 m	0,00 m	0,10 m	0,49 m	0,32 m
2e WVP	0,00 m	0,67 m	1,98 m	1,13 m	0,00 m	0,67 m	1,98 m	1,13 m
3e WVP *	0,00 m	2,19 m	3,57 m	3,46 m	0,00 m	2,19 m	3,57 m	3,46 m

* 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 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.

Tabel 6-6 Maximale straal van het invloedsgebied [m], gerekend vanaf de rand van het glastuinbouwgebied, alleen KWO. In de watervoerende pakketten is hierbij de 10 cm contour aangehouden en in de deklaag de 5-cm contour.

bodemlaag	zomer				winter			
	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
deklaag	n.v.t.	-	400	-	n.v.t.	-	200	-
1e WVP	n.v.t.	-	3.100	3.800	n.v.t.	-	3.100	3.800
2e WVP	n.v.t.	1.100	4.400	4.200	n.v.t.	1.100	4.400	4.200
3e WVP	n.v.t.	1.100	4.400	4.200	n.v.t.	1.100	4.400	4.200

Tabel 6-7 Maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen, alleen RO en OHB

bodemlaag	zomer	winter
deklaag	< 0,01 m	< 0,01 m
1e WVP	0,16 m	0,11 m
2e WVP *	0,34 m	0,26 m
3e WVP	0,00 m	0,18 m

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

Tabel 6-8 Maximale straal van het invloedsgebied [m], gerekend vanaf de rand van het glastuinbouwgebied, alleen RO en OHB. In de watervoerende pakketten is hierbij de 10 cm contour aangehouden en in de deklaag de 5-cm contour

bodemlaag	zomer	winter
deklaag	-	-
1e WVP	1.700	300
2e WVP *	2.300	1.300
3e WVP	2.300	1.300

Tabel 6-9 Maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen per alternatief, KWO, RO en OHB samen

bodemlaag	zomer				winter			
	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
deklaag	0,00 m	0,02 m	0,08 m	0,04 m	0,00 m	0,01 m	0,06 m	0,03 m
1e WVP	0,00 m	0,19 m	0,64 m	0,38 m	0,00 m	0,16 m	0,59 m	0,35 m
2e WVP *	0,00 m	0,74 m	2,23 m	1,32 m	0,00 m	0,66 m	2,15 m	1,27 m
3e WVP *	0,00 m	1,98 m	3,81 m	3,69 m	0,00 m	2,04 m	3,74 m	3,63 m

* 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.

Het maximale hydrologisch invloedsgebied in het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket wordt verwacht bij het verhogen van alle weerstandswaarden uit Tabel 6-11.

Tabel 6-10 Maximale straal van het invloedsgebied [m], gerekend vanaf de rand van Het Grootslag, KWO, RO en OHB samen. In de watervoerende pakketten is hierbij de 10 cm contour aangehouden en in de deklaag de 5-cm contour.

bodemlaag	zomer				winter			
	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
deklaag	n.v.t.	-	500	-	n.v.t.	-	300	-
1e WVP	n.v.t.	2.000	4.500	4.000	n.v.t.	1.400	3.900	3.400
2e WVP	n.v.t.	3.300	4.700	5.500	n.v.t.	2.600	4.100	5.000
3e WVP	n.v.t.	3.300	4.700	5.500	n.v.t.	2.600	4.100	5.000

6.3.3 Gevoeligheidsanalyse hydrologische effecten

De hydrologische berekeningen zijn uitgevoerd met het gekalibreerde grondwatermodel (zie bijlage 6). Na de kalibratie kan het model de gemeten stijghoogten redelijk goed verklaren. Toch is nog altijd sprake van onzekerheid in de modelparameters. Aangezien het overgrote deel van de belangen zich aan maaiveld bevindt, zijn de belangrijkste parameters in het grondwatermodel de weerstandswaarden van de scheidende lagen tussen de diepte waarop de grondwateronttrekkingen plaatsvinden en het maaiveld. Het verhogen van deze weerstandswaarden zal enerzijds leiden tot kleinere hydrologische effecten aan maaiveld, maar anderzijds tot een groter hydrologische invloedsgebied in het tweede en derde watervoerende pakket. Omgekeerd leidt een verlaging van deze weerstandswaarden tot grotere hydrologische effecten aan maaiveld en een kleiner hydrologisch invloedsgebied in het tweede en derde watervoerende pakket. Voor de drainageweerstand geldt overigens het omgekeerde: een verhoging van de drainageweerstand leidt tot een verhoging van de effecten op de grondwaterstand en een verlaging tot kleiner invloed op de grondwaterstand.

Door middel van automatische kalibratie zijn de onzekerheden in de weerstandswaarden voor de belangrijkste weerstandslagen bepaald. Hierbij is alleen het deelgebied beschouwd, waarin het glastuinbouwgebied Het Grootslag zich bevindt. In Tabel 6-11 zijn deze onzekerheden aan de hand van de standaardfout in beeld gebracht.

Tabel 6-11 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%

Om de gevoeligheid in beeld te brengen zouden twee aanvullende berekeningen gedaan kunnen worden, waarbij in de eerste berekening alle weerstandswaarden naar beneden worden bijgesteld en in de tweede berekening alle weerstandswaarden naar boven bijgesteld. De weerstandswaarden kunnen echter niet los van elkaar worden gezien. Het naar boven bijstellen van alle weerstandswaarden tot de maximale waarden of het naar bene-

den bijstellen van alle weerstandswaarden tot de minimale waarden wordt daarom als niet realistisch beschouwd. De maximale invloed op de grondwaterstand wordt verwacht bij het gelijktijdig verhogen van de drainageweerstand en het verlagen van de weerstanden van de deklaag. In het kader van de gevoeligheidsanalyse zijn de volgende extra berekeningen uitgevoerd voor alle alternatieven:

a) verlaging van alle in Tabel 6-11 genoemde weerstandswaarden met 20%
b) verhoging van alle in Tabel 6-11 genoemde weerstandswaarden met 30%
c) verhoging drainageweerstand met 30% en verlaging weerstand deklaag en eerste scheidende laag met 20%

In de drie volgende tabellen: Tabel 6-12 = alternatief 1, Tabel 6-13= alternatief 2 en alternatief 3 = Tabel 6-14; zijn de berekende maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen uit de extra berekeningen vergeleken met de eerder berekende waarden. In Tabel 6-15 tot en met Tabel 6-17 is een vergelijkbaar overzicht opgenomen voor de grootte van de invloedsgebieden van de verschillende alternatieven.

Tabel 6-12 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

bodemlaag	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
1e WVP	0,19 m	0,20	0,19	0,20	0,16 m	0,16	0,16	0,16
2e WVP *	0,74 m	0,72	0,74	0,72	0,66 m	0,65	0,66	0,64
3e 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.

Tabel 6-13 Maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen voor alternatief 2 in de oorspronkelijke berekening (2) en de extra berekeningen (a t/m d), invloed KWO, RO en OHB samen

bodemlaag	zomer				winter			
	2	a	b	c	2	a	b	c
deklaag	0,08 m	0,13	0,08	0,15	0,06 m	0,11	0,06	0,10
1e WVP	0,64 m	0,73	0,63	0,74	0,59 m	0,69	0,59	0,68
2e WVP *	2,23 m	2,20	2,23	2,20	2,15 m	2,13	2,16	2,13
3e WVP *	3,81 m	3,79	3,81	3,79	3,74 m	3,72	3,74	3,72

* 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.

Tabel 6-14 Maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen voor alternatief 3 in de oorspronkelijke berekening (3) en de extra berekeningen (a t/m d), invloed KWO, RO en OHB samen

bodemlaag	zomer				winter			
	3	a	b	c	3	a	b	c
deklaag	0,04 m	0,06	0,04	0,07	0,03 m	0,05	0,03	0,05
1e WVP	0,38 m	0,42	0,38	0,24	0,35 m	0,38	0,34	0,38
2e WVP *	1,32 m	1,30	1,32	1,30	1,27 m	1,25	1,27	1,25
3e WVP *	3,69 m	3,67	3,69	3,67	3,63 m	3,61	3,63	3,61

* 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.

Tabel 6-15 Maximale straal van het invloedsgebied [m] voor alternatief 1 in de oorspronkelijke berekening (1) en de extra berekeningen (a t/m d), gerekend vanaf de rand van Het Grootslag, invloed KWO, RO en OHB samen. In de watervoerende pakketten is hierbij de 10 cm contour aangehouden en in de deklaag de 5-cm contour

bodemlaag	zomer				winter			
	1	a	b	c	1	a	b	c
deklaag	-	-	-	-	-	-	-	-
1e WVP	2.000	1.800	2.000	1.800	1.400	3.000	1.400	3.000
2e WVP *	3.300	2.900	3.300	2.900	2.600	3.000	2.700	3.000
3e WVP *	3.300	2.900	3.300	2.900	2.600	3.000	2.700	3.000

Tabel 6-16 Maximale straal van het invloedsgebied [m] voor alternatief 2 in de oorspronkelijke berekening (2) en de extra berekeningen (a t/m d), gerekend vanaf de rand van Het Grootslag, invloed KWO, RO en OHB samen. In de watervoerende pakketten is hierbij de 10 cm contour aangehouden en in de deklaag de 5-cm contour

bodemlaag	zomer				winter			
	2	a	b	c	2	a	b	c
deklaag	500	800	450	1.000	300	700	200	600
1e WVP	4.500	4.000	4.600	4.000	3.900	3.300	3.900	3.300
2e WVP *	4.700	4.200	4.800	4.300	4.100	3.900	4.200	3.500
3e WVP *	4.700	4.200	4.800	4.300	4.100	3.900	4.200	3.500

Tabel 6-17 Maximale straal van het invloedsgebied [m] voor alternatief 3 in de oorspronkelijke berekening (3) en de extra berekeningen (a t/m d), gerekend vanaf de rand van Het Grootslag, invloed KWO, RO en OHB samen. In de watervoerende pakketten is hierbij de 10 cm contour aangehouden en in de deklaag de 5-cm contour

bodemlaag	zomer				winter			
	3	a	b	c	3	a	b	c
deklaag	-	600	-	1.400	-	-	-	-
1e WVP	4.000	3.400	4.100	3.500	3.400	3.000	3.400	3.000
2e WVP *	5.500	4.800	5.600	4.900	5.000	4.400	5.000	4.400
3e WVP *	5.500	4.800	5.600	4.900	5.000	4.400	5.000	4.400

De extra berekeningen die in het kader van de gevoeligheidsanalyse zijn uitgevoerd, geven aan dat de wijzigingen in de weerstandswaarden van invloed zijn op de grootte van de effecten op de grondwaterstand en de omvang van de invloedsgebieden. In situatie c neemt de invloed op de grondwaterstand toe met maximaal 50% (alternatief 1), 88% (alternatief 2) en 75% (alternatief 3). De hydrologische invloed in het tweede en derde watervoerende pakket varieert nauwelijks. Geconcludeerd wordt dat de gevoeligheid van de hydrologische effecten voor de onzekerheden in de modelparameters beperkt is. De bandbreedte in de maximale grondwaterstandveranderingen is procentueel gezien weliswaar groot, maar de grondwaterstandveranderingen blijven beperkt van omvang. Bij de beschrijving van de hydrologische effecten is uitgegaan van de effecten die zijn berekend met het gekalibreerde grondwatermodel, zoals opgenomen in Tabel 6-9 en Tabel 6-10 gepresenteerd in de figuren #8a en b, #10a en b en #12a en b.

6.3.4 Invloed op grondwaterstroming en grondwaterstand

Invloed op de verticale grondwaterstroming (kwel)

Huidige situatie

In de situatie zonder gietwateronttrekkingen is de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket ter plaatse van Het Grootslag 1,5 à 1,7 m hoger dan het oppervlaktewaterpeil: er is een kweldruk van 1,5 à 1,7 m. Ter hoogte van "De Weelen" is het oppervlaktewaterpeil aanmerkelijk hoger, waardoor de kweldruk aanzienlijk lager is (0,2 à 0,4 m).

Met het grondwatermodel is berekend dat de gemiddelde jaarlijkse kwel 87 mm bedraagt in het peilvak waarin het glastuinbouwgebied gelegen is. Bij een jaarlijkse neerslagoverschot van ongeveer 300 mm, is het aandeel van de kwel in de af te voeren hoeveelheid ongeveer 22%.

Invloed KWO, RO en OHB

Met het gekalibreerde grondwatermodel zijn berekeningen uitgevoerd om de invloed van de KWO, RO en OHB op de kwel in het glastuinbouwgebied en het nabijgelegen natuurgebied "De Weelen" te bepalen. De berekeningsresultaten zijn samengevat in Tabel 6-18.

Tabel 6-18 Absolute en procentuele maximale invloed op de kweldruk in het eerste watervoerende pakket voor de verschillende alternatieven

	Glastuinbouwgebied Het Grootslag						De Weelen					
	Alt. 1		Alt. 2		Alt. 3		Alt. 1		Alt. 2		Alt. 3	
	[cm]	%	[cm]	%	[cm]	%	[cm]	%	[cm]	%	[cm]	%
KWO, zomer	9	5	49	30	28	17	8	20	26	115	24	67
KWO, winter	9	5	49	30	28	17	8	20	26	115	24	67
KWO, jaartotaal	< 1	< 1	3	2	1	1	< 1	1	1	6	1	3
RO en OHB, zomer	15	14	15	14	15	14	14	52	14	52	14	52
RO en OHB, winter	11	7	11	7	11	7	10	37	10	37	10	37
RO en OHB, jaartotaal	2	1	2	1	2	1	1	5	1	5	1	5
KWO, RO en OHB, jaartotaal	2	1	4	2	2	1	2	6	1	2	2	8

De invloed op de kwel is bij alternatief 1 duidelijk kleiner dan bij de alternatieven 2 en 3. Doordat de kweldruk ter plaatse van "De Weelen" aanzienlijk kleiner is dan in het glastuinbouwgebied is de procentuele invloed op de kweldruk daar vele malen groter. Bij alternatief 2 is de maximale invloed in "De Weelen" zelfs groter dan 100%, dat betekent dat de kwel in de zomer (plaatselijk) kan omslaan in infiltratie en in de winter ruim wordt verdubbeld. De totale invloed op de jaarbasis is een afname van de kwel met maximaal 1 à 2% in het glastuinbouwgebied en maximaal 2 à 8% in "De Weelen". De beperkte afname van de jaarlijkse kwel is het gevolg van een afname van de kwel in de zomer die groter is dan de toename van de kwel die in de winter optreedt.
Een toename of afname van de kwel kan gevolgen hebben voor zowel de kwaliteit (zie paragraaf 5.3.2) als voor de kwantiteit van het oppervlaktewater. Voor het peilvak waarin het glastuinbouwgebied ligt, is berekend in hoeverre de kwel naar het oppervlaktewater verandert als gevolg van de voorgenomen grondwateronttrekking en infiltratie. Tabel 6-19 toont de resultaten per alternatief.

Tabel 6-19 Maximale invloed op kwelhoeveelheid in het peilvak waarin het glastuinbouwgebied ligt

	invloed KWO in de zomer	**invloed KWO in de winter**	**invloed KWO over het hele jaar**	**invloed KWO, RO en OHB over het hele jaar**
Alternatief 1	- 0,4 %	+ 0,4 %	0,0 %	- 0,7 %
Alternatief 2	- 11,0 %	+ 10,9 %	- 0,6 %	- 1,3 %
Alternatief 3	- 0,4 %	+ 0,3 %	0,0 %	- 0,7 %

Alternatief 1 en 3 hebben een verwaarloosbaar kleine invloed op de kwelstroom, doordat in delen van het peilvak sprake is van een afname van de kwel en in andere delen van het peilvak van een toename. Bij alternatief 2 overheerst in de zomer een verlaging als gevolg van de KWO en in de winter een verhoging. Gevolg is een aanzienlijk grotere invloed op de totale kwelstroom in het peilvak. Een beïnvloeding van de totale kwelstroom in het peilvak met 11%, betekent voor de totale (gemiddelde) afvoer van het peilvak een beïnvloeding met slechts (11% van 22% =) 2,4%. Deze invloed wordt als zeer gering beoordeeld.

Invloed op de horizontale grondwaterstroming

Huidige situatie

In de situatie zonder gietwateronttrekkingen is ter plaatse van Het Grootslag sprake van een grondwaterstroming van ongeveer 2 m/j in het eerste watervoerende pakket, en 4 m/j in het tweede en derde watervoerende pakket.

Invloed KWO, RO en OHB

Met het gekalibreerde grondwatermodel is voor de verschillende watervoerende pakketten berekend tot welke afstand van het glastuinbouwgebied een grondwaterverplaatsing van 1 m per seizoen en per jaar wordt veroorzaakt. Tabel 6-20 geeft een overzicht van de berekeningsresultaten.

Tabel 6-20 Afstand vanaf de rand van het glastuinbouwgebied [m] waar de grondwaterstroming met 1 m per seizoen of per jaar wordt beïnvloed

Alternatief	WVP *	KWO zomer	KWO winter	Gietwater zomer	Gietwater winter	totaal zomer	totaal winter	totaal jaar
	1	-	-	-	-	-	-	-
1	2	1.000	1.100	300	250	1.300	1.250	450
	3	1.200	1.350	600	300	1.700	1.600	500
	1	700	800	-	-	800	900	-
2	2	2.400	2.600	300	200	2.200	2.200	600
	3	3.100	3.400	600	300	2.600	3.000	900
	1	500	700	-	-	500	700	-
3	2	2.300	2.600	300	200	2.200	2.400	700
	3	2.600	2.900	600	300	3.000	3.000	800

* Watervoerend pakket

De KWO heeft een grotere invloed op de horizontale grondwaterstroming dan de onttrekkingen ten behoeve van de gietwatervoorziening. De invloed van alternatief 1 reikt minder ver dan die van alternatief 2 en 3. De totale invloed per jaar op de horizontale grondwaterstroming blijft beperkt tot het glastuinbouwgebied en een straal van enkele honderden meters daaromheen, doordat de veroorzaakte stroming in het zomerseizoen en het winterseizoen elkaar grotendeels opheffen (zijn immers tegengesteld van richting).

De horizontale grondwaterstroming kan van belang zijn voor andere energieopslagsystemen, (hemel)wateropslagsystemen en grondwaterverontreinigingen. De horizontale grondwaterstroming wordt alleen beïnvloed in het tweede en derde watervoerende pakket. Binnen het invloedsgebied in het tweede en derde watervoerende pakket zijn geen andere belangen bekend die afhankelijk zijn van de horizontale grondwaterstroming. De invloed op de horizontale grondwaterstroming wordt als licht negatief beoordeeld.

Invloed op grondwaterstand

Huidige situatie

In het gebied overheersen de grondwatertrappen VII (GHG 0,8-1,4 m-mv; GLG >1,2 m-mv), VI (GHG 0,4-0,8 m-mv; GLG >1,2 m-mv) en IV (GHG >0,4 m-mv; GLG 0,8-1,2 m-mv). Op basis van het verschil tussen het oppervlaktewaterpeil (3,7 m beneden NAP) en het maaiveldniveau (2,4 tot 1,8 m beneden NAP), wordt een gemiddelde grondwaterstand van 1,0 tot 1,6 m-mv verwacht in het glastuinbouwgebied (uitgaande van een opbolling van 0,3 m).

In "De Weelen" is het oppervlaktewaterpeil aanmerkelijk hoger (2,4 m beneden NAP) en komt grondwatertrap II voor (GHG >0,4 m-mv; GLG 0,5-0,8 m-mv).

Invloed KWO, RO en OHB

De invloed op de stijghoogte en grondwaterstand per alternatief is samengevat in Tabel 6-5 (alleen KWO) en Tabel 6-9 (KWO, RO en OHB). In alle gevallen blijft de invloed op de grondwaterstand beperkt tot maximaal 8 cm. De invloed van alternatief 1 op de grondwaterstand is beduidend kleiner dan die van alternatief 2 en 3.

Tabel 6-21 Beoordeling invloed KWO, RO en OHB op grondwaterstroming en grondwaterstand

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
invloed kwel	0	0/+	0/+	0/+
invloed horizontale grondwaterstroming	0	-/0	-/0	-/0
invloed grondwaterstand	0	0	-/0	0
totale beoordeling	0	0	-/0	0

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

6.3.5 Invloed op kwaliteit van grond- en oppervlaktewater

Invloed op de grondwaterkwaliteit

Het voornemen kan op verschillende manieren van invloed zijn op de grondwaterkwaliteit, namelijk (tussen haakjes is aangegeven waar dit aspect is beschreven):

a) menging van grondwater van verschillende dieptes bij de KWO (6.3.5);
b) invloed van de temperatuurverandering (5.5.2);
c) invloed van het grondwatersysteem (bijlage 9);
d) invloed van infiltratiewater OHB (6.3.5);
e) invloed van retourwater RO (6.3.5).

Invloed KWO

Bij KWO wordt grondwater onttrokken uit het derde watervoerende pakket en op enige afstand weer op dezelfde diepte geïnfiltreerd. De filters van de putten worden geplaatst tussen 120 en 250 m-mv. Het grondwater op deze diepte is zout. Hoewel in de omgeving van Het Grootslag geen analyses beschikbaar zijn van het grondwater dieper dan 60 m, wordt verwacht dat het zoutgehalte op 250 m diepte hoger zal zijn dan het zoutgehalte op 120 m-mv. De diepste analysegegevens (50 à 60 m diepte) duiden op een chloridegehalte van 2.500 à 3.000 mg/l. Op basis van informatie uit diepe meetputten op grote afstand (Medemblik, Schaafwonde) wordt verwacht dat het chloridegehalte op 120 m-mv ongeveer 5.000 mg/l zal bedragen en op 250 m-mv ongeveer 9.000 mg/l.

Bij het onttrekken en infiltreren van water uit het traject 120-250 m-mv vindt onomkeerbare menging plaats van zout water uit het bovenste deel met (sterk) zout uit het onderste deel van het filtertraject. Bovenin zal daardoor sprake zijn van een toename van het chloridegehalte (van ca. 5.000 mg/l naar ca. 7.000 mg/l) en onderin van een afname (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. Op de langere termijn wordt verwacht dat in een groot deel van Het Grootslag menging zal zijn opgetreden, vanwege de invloed van de grondwaterstroming en de (beperkte) onbalans in de waterverplaatsing in het zomerseizoen ten opzichte van het winterseizoen (gemiddeld ongeveer 46 miljoen m³ in het zomerseizoen ten opzichte van 54 miljoen m³ in het winterseizoen).

Invloed RO en OHB

Bij OHB wordt (zeer) zoet hemelwater in de bodem gebracht en opgeslagen voor perioden dat sprake is van een watertekort. Hierbij is van belang dat de zogenaamde "First flush" (het water dat bij een bui als eerste afstroomt en waarin de eventuele bestrijdingsmiddelen die op het kasdak terecht zijn gekomen geconcentreerd zijn) conform de wettelijke eisen uit het Besluit Glastuinbouw apart wordt opgevangen en gescheiden wordt gehouden van het overige (schone) hemelwater.

In de praktijk is het niet mogelijk om al het opgeslagen hemelwater te gebruiken, waardoor een deel van het geïnfiltreerde water in de bodem zal achterblijven. Het percentage infiltratiewater dat achterblijft, is afhankelijk van vele factoren zoals de kwaliteit van het oorspronkelijke grondwater, de bodemeigenschappen, de grondwaterstroming, de kenmerken van de OHB (diepte, waterverplaatsing, onttrekking- en infiltratieregime) en de eisen die aan de gietwaterkwaliteit worden gesteld. Ook de invloed van de andere grondwateronttrekkingen (KWO en RO) op de OHB kan bepalend zijn voor het te behalen rendement. Welk deel van het geïnfiltreerde water daadwerkelijk kan worden benut is vooralsnog niet bekend. Het gedeelte van het water dat bij de OHB achterblijft, zorgt voor verzoeting van het grondwater in het tweede watervoerende pakket, hetgeen gunstig is voor de kwaliteit van het water dat wordt onttrokken bij de RO.

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 water wordt geïnfiltreerd op grotere diepte in het derde watervoerende pakket, waar het zoutgehalte van het grondwater hoger is dan dat van het infiltratiewater. Zodoende treedt bij de infiltratie geen verzilting van het grondwater op.

Invloed op de oppervlaktewaterkwaliteit

Huidige situatie

De kwaliteit van het oppervlaktewater wordt bepaald door de kwel, neerslag en verdamping en eventueel ingelaten water. Doordat in de winter sprake is van een neerslagoverschot en in de zomer van een neerslagtekort is het oppervlaktewater in de winter zoeter dan in de zomer. Bij metingen aan de oppervlaktewaterkwaliteit in de omgeving die in 1995 zijn uitgevoerd, zijn chloridegehaltes tussen 102 en 198 mg/l gevonden [Lit. 11]. Verder werd voor bijna alle parameters de streefwaarde overschreden, wat betekent dat de algemene milieukwaliteit voor water hier niet wordt gehaald. De hoofdfunctie van het oppervlaktewater in Polder het Grootslag is agrarisch water. Hierdoor bevat de bodem en het oppervlaktewater veel voedingstoffen en gewasbeschermingsmiddelen.

Invloed KWO, RO en OHB

Tabel 6-21 geeft een samenvatting van de invloed van de KWO, RO en OHB op de kwel. De afname van de kwel over het gehele jaar is 1 à 2% in het glastuinbouwgebied en 2 tot 8% in "De Weelen". De genoemde waarden betreffen de som van de invloed in de winter en de invloed in de zomer. In de winter is sprake van een toename van de kwel (netto infiltratie in de OHB) en in de zomer van een afname van de kwel (netto onttrekking aan de RO en OHB). Over het algemeen wordt in de zomer meer water onttrokken dan er in de winter geïnfiltreerd wordt (zie bijlage 4), waardoor op jaarbasis meestal sprake is van een netto afname van de kwel.

Aangezien het chloridegehalte van het grondwater in het eerste watervoerende pakket hoger is dan dat van het oppervlaktewater, zal in de zomer minder verzilting van het oppervlaktewater door de kwel optreden, hetgeen als positief wordt beoordeeld. In het winterseizoen neemt de kwel toe en is sprake van extra verzilting van het oppervlaktewater. Deze extra verzilting wordt als beperkt negatief beoordeeld, omdat het oppervlaktewater in de winter relatief zoet is.

Doordat in de zomer sprake is van een positieve invloed op de oppervlaktewaterkwaliteit en in de winter van een licht negatieve invloed, wordt de invloed van de voorgenomen

grondwateronttrekking en -infiltratie over het gehele jaar gezien als licht positief beoordeeld.

Tabel 6-22 Beoordeling invloed KWO, RO en OHB op kwaliteit van grond- oppervlaktewater

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
invloed grondwaterkwaliteit	0	-/0	-/0	-/0
invloed oppervlaktewaterkwaliteit	0	0/+	0/+	0/+
totale beoordeling	0	0	0	0

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

6.3.6 Invloed op bebouwing en infrastructuur

Grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen kunnen van invloed zijn op bestaande bebouwing of infrastructuur via grondwateroverlast, grondwateronderlast en via zettingen.

Grondwateroverlast

Huidige situatie

Onderzoek van Grontmij naar grondwateroverlast (te hoge grondwaterstanden) en -onderlast (te lage grondwaterstanden) in Noord-Holland [Lit. 18] geeft aan dat in de gemeente Andijk alleen klachten/knelpunten met betrekking tot grondwateroverlast bekend zijn. In de gemeente Stede Broec is volgens het onderzoek geen grondwateroverlast en ook geen grondwateronderlast bekend. Het onderzoek geeft geen informatie over de situatie in de gemeenten Wervershoof en Drechterland.

De grondwaterstand ligt in Het Grootslag op gemiddeld 1,0 tot 1,6 m-mv. De grondwaterstanden in de omgeving zijn grotendeels vergelijkbaar, behalve in "De Weelen" en de strook langs het IJsselmeer aan de noordwestzijde van Het Grootslag (Onderdijk, Wervershoof) waar de grondwaterstand hoger is.

Invloed KWO, RO en OHB

De invloed op de stijghoogte en grondwaterstand per alternatief is samengevat in Tabel 6-5 (alleen KWO) en Tabel 6-9 (KWO, RO en OHB). In alle gevallen blijft de invloed op de grondwaterstand beperkt tot maximaal 8 cm. De invloed van alternatief 1 op de grondwaterstand is beduidend kleiner dan die van alternatief 2 en 3. De grootste verhogingen treden op in de winter ter plaatse van de voormalige getijdengeul die door Het Grootslag loopt. Aangezien de grondwaterstand ter plaatse van deze geul relatief laag is en de maximale grondwaterstandveranderingen beperkt, wordt bij geen van de drie alternatieven grondwateroverlast verwacht als gevolg van de veroorzaakte grondwaterstandsveranderingen.

Grondwateronderlast

Huidige situatie

Grondwateronderlast (te lage grondwaterstand) is met name van belang bij de aanwezigheid van houten palen. Te lage grondwaterstanden kunnen paalrot veroorzaken, waardoor de fundering wordt ondermijnd. In de provincie Noord-Holland speelt de problematiek van paalrot met name in en om Amsterdam en in de oudere stadskernen van Alkmaar, Den Helder, Hoorn en Harenkarspel [Lit. 18]. De bebouwing in het glastuinbouwgebied en in de directe omgeving daarvan is van na de ruilverkaveling in de jaren '70.

Sinds de jaren 1960-1970 worden betonnen palen toegepast. In de dorpen in de omgeving is de bebouwing ouder en kan wel sprake zijn van bebouwing met houten palen.

Invloed KWO, RO en OHB
De invloed op de stijghoogte en grondwaterstand per alternatief is samengevat in Tabel 6-5 (alleen KWO) en Tabel 6-9 (KWO, RO en OHB). In alle gevallen blijft de invloed op de grondwaterstand beperkt tot maximaal 8 cm. Daar waar grondwaterstandveranderingen kunnen optreden is de bebouwing van na de ruilverkaveling in de jaren '70. In de dorpen in de omgeving wordt de grondwaterstand niet beïnvloed. Als gevolg van de voorgenomen grondwateronttrekkingen is daarom geen schade aan eventueel aanwezige houten paalfunderingen te verwachten.

Zettingen
Een verlaging van de stijghoogte en grondwaterstand kan een zekere zetting teweegbrengen. In welke mate deze zetting daadwerkelijk optreedt, hangt af van de zettingsgevoeligheid van de aanwezige bodemlagen, de grootte van de stijghoogte en grondwaterstandverlagingen en de eerder opgetreden bodembelastingen (voorbelastingen). Onomkeerbare zetting treedt op als de maximale korrelspanning uit het verleden wordt overschreden. De maximale korrelspanning uit het verleden wordt bepaald door de historische ontwikkeling, zowel geologisch als geohydrologisch. Uit de geohydrologische geschiedenis (zie bijlage 7) komen een aantal perioden naar voren, waarin belangrijke voorbelastingen kunnen hebben plaatsgevonden:

IJsbedekking in de voorlaatste ijstijd
Tijdens het Saalien (238.000 tot 128.000 jaar geleden) is Nederland bedekt geweest met honderden meters dikke pakketten landijs [Lit. 19]. Tijdens de maximale verbreiding reikte het landijs ongeveer tot de lijn Haarlem-Utrecht-Nijmegen. De bodemlagen die in de periode voor de ijsbedekking en tijdens de ijsbedekking (keileem) zijn afgezet, zijn in hoge mate samengedrukt door de massa van het landijs.
Na afloop van het Saalien zijn de eerste scheidende laag, het eerste watervoerende pakket en de deklaag afgezet. De massa van het minimaal 250 m dikke pakket landijs [Lit. 19] is vele malen groter dan de massa van deze jongere bodemlagen. Dit betekent dat alle bodemlagen onder de eerste scheidende laag zodanig zijn voorbelast door het landijs, dat deze lagen niet meer zullen zetten.

Veenbedekking voor de grootschalige landontginning in de Middeleeuwen
Tot in de Late Middeleeuwen heeft de West-Friesland meer dan 2000 jaar boven zeeniveau gelegen en was sprake van grootschalige veenbedekking. De hoogteligging van het maaiveld lag destijds in ieder geval boven het toenmalige zeeniveau. Schatting van de maaiveldhoogte lopen uiteen van 1 m boven NAP tot 4 m boven NAP [lit. i5; Het huidige maaiveldniveau varieert binnen het glastuinbouwgebied 1,8 en 2,4 m beneden NAP. Dit betekent dat het maaiveld in het verleden 2,8 tot 6,4 meter hoger heeft gelegen. Uitgaande van de minimale waarde van 2,8 m en een gemiddelde dichtheid van 1.100 kg/m^3 voor het veen lag de bodembelasting in het verleden 3,1 meter waterkolom hoger dan nu, uitgaande van een gelijk gebleven grondwaterstand. De gemiddeld laagste grondwaterstand zal destijds op ongeveer 0,5 m-mv hebben gelegen (0,5 m boven NAP) en ligt momenteel op ongeveer 1,3 m-mv (ca. 3,4 m beneden NAP), een verschil van 3,9 meter waterkolom. De korrelspanning ten tijde van de veenbedekking uit het verleden lag daar-

om waarschijnlijk lager dan de huidige korrelspanning. Dit betekent dat de veenbedekking uit het verleden waarschijnlijk geen voorbelasting van de bodem heeft veroorzaakt.

Lage stijghoogten in het (recente) verleden
Lage stijghoogten kunnen zijn opgetreden in droge jaren of bij eerdere (tijdelijke) onttrekkingen. Stijghoogtemetingen in peilbuizen in de omgeving geven aanwijzingen voor belangrijke verlagingen in het verleden. Mogelijk is lokaal sprake geweest van tijdelijke verlagingen in verband met grondwateronttrekkingen. In de zettingsberekeningen is aangenomen dat geen sprake is van voorbelasting door lage stijghoogten uit het verleden.

Zettingsgevoeligheid
De zettingsgevoeligheid van het oostelijk deel van Noord-Holland is onderzocht in het kader van een onderzoek naar de geotechnische aspecten van de aanleg van de Markerwaard [Lit. 20]. De rapportage over het onderzoek bevat een kaart waarin de berekende maaiveldddaling is gepresenteerd bij een stijghoogteverlaging van 1 m in het eerste watervoerende pakket. De kaart geeft een goede indruk van de zettingsgevoeligheid van de ondiepe bodemlagen (met name de deklaag) in het gebied tussen Amsterdam, Enkhuizen en de Wieringermeer.
In het oostelijk deel van Noord-Holland varieert de verwachtte maaiveldddaling bij een verlaging van 1 m in het eerste watervoerende pakket tussen 4 en 9 cm. Ter plaatse van Het Grootslag mag volgens de kaart een maaiveldddaling van 8 cm worden verwacht bij een stijghoogteverlaging van 1 m in het eerste watervoerende pakket. Deze maaiveldddaling uit de Markerwaard-studie wordt echter pas bereikt na een periode van 30 jaar continue verlaging. De getallen uit de Markerwaard-studie zijn daarom niet rechtstreeks bruikbaar om de zetting als gevolg van het voornemen te berekenen. Wel kunnen uit de gehanteerde waarden in de Markerwaard-studie de bijbehorende zettingsconstanten voor de deklaag worden afgeleid. Deze zettingsconstanten zijn voor deze studie afgeleid en vervolgens gebruikt voor het berekenen van de zetting.

Invloed KWO, RO en OHB
In bijlage 10 is de berekening opgenomen waarin de zettingsconstanten voor de deklaag zijn afgeleid en zijn voor de drie alternatieven de berekeningen van de maximale zetting opgenomen. Per alternatief is een tijdsafhankelijke berekening van de zetting voor de deklaag en een berekening van de totale zetting (deklaag, eerste watervoerende pakket en eerste scheidende laag) opgenomen. In de tijdsafhankelijke berekeningen van de zetting van de deklaag is aangenomen dat de berekende maximale verlagingen een half jaar wordt volgehouden (worst-case benadering: in de praktijk niet meer dan één of twee maanden). In Tabel 6-23 zijn de berekende maximale zettingen per alternatief samengevat.

Tabel 6-23 Overzicht maximaal te verwachten maaiveldzakking per alternatief op basis van het totale effect van KWO, RO en OHB

	maximale zetting deklaag		**maximale totale zetting**	
	binnen het glastuinbouwgebied	**buiten het glastuinbouwgebied**	**binnen het glastuinbouwgebied**	**buiten het glastuinbouwgebied**
Alternatief 0	0,0 mm	0,0 mm	0,0 mm	0,0 mm
Alternatief 1	3,0 mm	3,0 mm	8,6 mm	8,6 mm
Alternatief 2	11,2 mm	8,4 mm	28,3 mm	18,3 mm
Alternatief 3	6,3 mm	6,3 mm	15,6 mm	15,6 mm

Om een ongewenst verlies aan bruikbaarheid, schade of hoge onderhoudskosten aan infrastructuur en constructies te voorkomen mag de zetting volgens NEN 6740 [Lit. 21] niet groter zijn dan 0,15 m (150 mm) en mag het zettingsverhang (rotatie) niet groter zijn dan 1:300. Bij de aanwezigheid van ondiepe zettingsgevoelige bodemlagen, zoals een deklaag, kunnen verschillen in de samenstelling van de betreffende laag aanleiding geven tot verschilzettingen aan maaiveld. Wanneer de veroorzaakte zetting in de deklaag groter is dan 15 mm, dan kunnen effecten van betekenis optreden [Lit. 22].

De zetting van de deklaag is bij alle alternatieven kleiner dan 15 mm en de totale zetting blijft in alle gevallen ruim onder de maximale waarde van 150 mm. Het zettingsverhang is bedraagt 1:300.000 bij alternatief 1, 1:90.000 bij alternatief 2 en 1:300.000 bij alternatief 3 en is daarmee verwaarloosbaar. Deze beperkte zettingen en de bijbehorende verschilzetttingen zullen geen schade aan bebouwing of infrastructuur veroorzaken. Wel is er duidelijk onderscheid tussen de alternatieven in de mate waarin zetting wordt veroorzaakt.

Tabel 6-24 Beoordeling invloed KWO, RO en OHB op bebouwing en infrastructuur

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
grondwateroverlast	0	0	0	0
grondwateronderlast	0	0	0	0
zettingen	0	0	-	-/0
totale beoordeling	0	0	-	-/0

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

6.3.7 Invloed op archeologische waarden

Huidige situatie

In de directe omgeving van Het Grootslag zijn op de Cultuurhistorische Waarden Kaart van de provincie Noord-Holland geen archeologische waarden aangegeven. De dichtstbijzijnde archeologische waarden bevinden zich op ongeveer 1 km afstand van het glastuinbouwgebied. Wel is in het gebied volgens de Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW) sprake van een middelhoge tot hoge archeologische verwachtingswaarde.

Invloed KWO, RO en OHB

Archeologische waarden die gevoelig zijn voor oxidatie (met name organische stoffen, zoals hout, leer, etc.) blijven beter behouden als ze zich onder de grondwaterspiegel bevinden. Onder de grondwaterspiegel kan het zuurstof uit de atmosfeer de archeologische waarden nog maar nauwelijks bereiken en wordt de afbraak sterk vertraagd. Een verlaging van de grondwaterstand kan de blootstelling van de archeologische waarden aan zuurstof verhogen, hetgeen nadelig kan zijn voor de aanwezige archeologische waarden. Net als bij houten palen is ook de duur van de grondwaterstandverlaging van belang.

De invloed op de stijghoogte en grondwaterstand per alternatief is samengevat in Tabel 6-5 (alleen KWO) en Tabel 6-9 (KWO, RO en OHB). In alle gevallen blijft de invloed op de grondwaterstand beperkt tot maximaal 8 cm. De invloed van alternatief 1 op de grondwaterstand is beduidend kleiner dan die van alternatief 2 en 3. De veroorzaakte verlagingen zijn dermate klein en bovendien tijdelijk, dat geen nadelige gevolgen voor eventueel aanwezige (kwetsbare) archeologische waarden zullen optreden. Wel zijn er duidelijke verschillen in de invloed op de grondwaterstand tussen de alternatieven.

Tabel 6-25 Beoordeling invloed KWO, RO en OHB op archeologische waarden

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
invloed op archeologische waarden	0	0	-/0	0

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

6.3.8 Invloed op andere onttrekkingen

Invloed KWO, RO en OHB

De invloed van de KWO, RO en OHB reikt tot maximaal 5.500 m van het glastuinbouwgebied (alternatief 3, tweede en derde watervoerende pakket). Voor alle geregistreerde grondwateronttrekkingen binnen deze straal is de invloed op de stijghoogte of grondwaterstand berekend voor de diepte waarop de onttrekking plaatsvindt. Tabel 6-26 geeft een overzicht van de resultaten.

Tabel 6-26 Invloed KWO, RO en OHB op de grondwaterstand of stijghoogte [m] bij andere grondwatergebruikers binnen 5,5 km van het glastuinbouwgebied

naam onttrekking	watervoerend pakket	Alternatief 1		Alternatief 2		Alternatief 3	
		zomer	winter	zomer	winter	zomer	winter
Boostergemaal (bronnering)	1	-0,02	-0,01	+0,03	-0,06	< 0,01	-0,02
Mantelhof (IFCO methode)	ondiep*	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Vuurwerkopslag (noodvoorziening)	1	- 0,09	+0,07	- 0,13	+0,11	-0,13	+0,11
Action magazijn (energieopslag)	2	-0,02	< 0,01	-0,07	+0,04	+0,05	-0,07
RWZI Wervershoof (bronnering)	onbekend*	< 0,01	< 0,01	-0,01	+0,01	+0,02	-0,02
Viskwekerij aanleg (industrie)	onbekend*	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Recirculatiesysteem Bovenkarspel	2/3	-0,11	+ 0,09	-0,07	+0,05	-0,21	+0,19
Veilingweg (bronnering)	onbekend*	< 0,01	< 0,01	< 0,01	<0,01	< 0,01	< 0,01
De Kuil (bronnering)	onbekend*	< 0,01	<0,01	< 0,01	<0,01	-0,01	+0,01

* diepte onttrekking volgens overzicht Provincie niet bekend of nul. Waarschijnlijk gaat het om onttrekking in de deklaag

Een groot deel van de grondwateronttrekking binnen 5.500 m bevindt zich in de deklaag, waar de invloed van de voorgenomen grondwateronttrekking en -infiltratie verwaarloosbaar is.

Bij het Boostergemaal is de invloed maximaal 0,06 m. Waarschijnlijk zal deze onttrekking zijn beëindigd als de voorgenomen grondwateronttrekkingen in voldoende mate gerealiseerd zijn om effect te hebben op deze onttrekking (bronneringen zijn normaal gesproken tijdelijk). Op jaarbasis treedt hier overigens meer verlaging op dan verhoging, hetgeen als positief wordt beoordeeld.

Bij de vuurwerkopslag varieert de maximale invloed tussen 0,07 en 0,13 m. Deze beperkte verlaging heeft geen consequenties voor het functioneren van de noodvoorziening.

Voor de energieopslagsystemen van het Action Magazijn en het recirculatiesysteem in Bovenkarspel zijn er ook geen nadelige gevolgen, omdat hier zowel onttrokken als geïn-

filtreerd wordt. Een beperkte verhoging van de stijghoogte maakt de onttrekking iets makkelijker en de infiltratie iets moeilijker, waardoor het netto effect nul is. Ook beperkte verlagingen hebben geen nadelige gevolgen.

Tabel 6-27 Beoordeling invloed KWO, RO en OHB op andere onttrekkingen

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
invloed andere onttrekkingen	0	0	0	0

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

6.3.9 Invloed op bodem- en grondwaterverontreinigingen

Huidige situatie

Binnen het glastuinbouwgebied zijn geen grondwaterverontreinigingen bekend. Op enige afstand zijn meerdere locaties bekend, waar onderzoek is uitgevoerd naar de aanwezigheid van bodem- en/of grondwaterverontreinigingen en waarvoor de status is aangegeven als "in procedure". Van de dichtstbijzijnde verontreinigingen is geen nadere informatie beschikbaar. Aangezien binnen een straal van 1 km rond het glastuinbouwgebied overal sprake is van een kwelsituatie, wordt niet verwacht dat er in de omgeving verontreinigingen tot in het eerste watervoerende pakket zijn doorgedrongen. Eventuele grondwaterverontreinigingen bevinden zich vermoedelijk alleen in de deklaag.

Invloed KWO, RO en OHB

Eventueel aanwezige grondwaterverontreinigingen kunnen onder invloed van een grondwateronttrekking of -infiltratie worden verplaatst. Ook van nature vindt verplaatsing van grondwaterverontreinigingen plaats onder invloed van de natuurlijke grondwaterstroming.

Op de lange termijn zorgen de RO en OHB voor een gemiddelde netto onttrekking van 209.300 m^3 per jaar, waardoor de kwelstroom in de deklaag in het invloedsgebied in geringe mate wordt beperkt. Op plaatsen waar nu sprake is van een zeer zwakke kwelstroom (kweldruk < 1 à 2 cm; kwelstroom 5 à 10 mm per jaar) zou als gevolg van het voornemen een zeer zwakke infiltratiestroom (infiltratiedruk < 1 à 2 cm; infiltratiestroom 5 à 10 mm per jaar) kunnen ontstaan. Gebieden met een zodanig kleine kweldruk zijn niet aanwezig binnen een straal van 2.500 m van het glastuinbouwgebied. Bovendien is deze wijziging in kwel- en infiltratiestroom zodanig gering, dat deze als niet significant wordt beschouwd. De voorgenomen grondwateronttrekkingen hebben daarom geen invloed op eventueel aanwezige grondwaterverontreinigingen.

Tabel 6-28 Beoordeling invloed KWO, RO en OHB op bodem- en grondwaterverontreinigingen

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
invloed bodem- en grondwaterverontreinigingen	0	0	0	0

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

6.3.10 Invloed op natuurwaarden

De invloed van de grondwateronttrekking/infiltratie op de aanwezige natuurwaarden kan het gevolg zijn van verschillende soorten effecten, namelijk:

Effect op de grondwaterstand

Invloed van de KWO, RO en OHB

Als gevolg van een verandering in de grondwaterstand verandert ook de beschikbaarheid van (grond)water voor flora en fauna. Tabel 6-29 toont de berekende maximale invloed per alternatief voor het zomer- en het winterseizoen in het natuurgebied "De Weelen". In bijna alle gevallen is de invloed op de grondwaterstand kleiner dan 1 cm. Alleen bij alternatief 3 kan een zeer beperkte grondwaterstandverandering van maximaal 1 à 2 cm optreden in "De Weelen". De overige natuurgebieden liggen op zodanige afstand dat hier geen invloed op de grondwaterstand veroorzaakt wordt.

Tabel 6-29 Invloed KWO, RO en OHB op de grondwaterstand in "De Weelen" per alternatief

	zomer				winter			
aspect	**Alt. 0**	**Alt. 1**	**Alt. 2**	**Alt. 3**	**Alt. 0**	**Alt. 1**	**Alt. 2**	**Alt. 3**
maximale verandering grondwaterstand	0	< 1 cm	< 1 cm	-2 cm	0	< 1 cm	< 1 cm	+1 cm

Ook buiten de natuurgebieden zijn beschermde soorten aanwezig, die kunnen worden beïnvloed via de veroorzaakte grondwaterstandveranderingen. Alleen bij alternatief 2 kan een grondwaterstandverandering van meer dan 5 cm optreden. De maximale grondwaterstandveranderingen (5 à 8 cm) treden hierbij op in de zone waar de voormalige getijdengeul zich bevindt. In dit gebied is sprake van een grondwaterstand van ongeveer 1,3 m-mv. Een grondwaterstandverandering van maximaal 8 cm wordt in deze situatie als verwaarloosbaar beschouwd en zal geen gevolgen hebben voor beschermde soorten.

Effect op kwel- of infiltratiesituatie

Invloed van de KWO, RO en OHB

De verticale grondwaterstroming kan van invloed zijn op de kwaliteit van het ondiepe grondwater, die bepalend is voor (bepaalde soorten van) de flora en fauna.
Tabel 6-30 geeft een overzicht van de gemiddelde afname van de kweldruk in de omliggende natuurgebieden. Het gaat in alle gevallen om een afname van de kweldruk met 2 cm of minder. De afname van de kwel is overal kleiner dan 2 mm per jaar.

Ter plaatse van "De Weelen" kan lokaal een afname van de kwel op jaarbasis met 2 tot 8% optreden (zie paragraaf 5.3.1). In alle gevallen blijft op jaarbasis sprake van een kwelsituatie, waarbij meer dan 90% van de kwelstroom gehandhaafd blijft. Deze beperkte (lokale) afname van de kwel heeft geen nadelige gevolgen voor de natuurwaarden in "De Weelen".

Tabel 6-30 Invloed KWO, RO en OHB op de gemiddelde kweldruk in omliggende natuurgebieden per alternatief

natuurgebied	kweldruk [m] *	afname kweldruk [m]				afname kwel [mm/j]			
		Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
De Weelen	0,2 à 0,4	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	1,4	0,5	2,2
Eendenkooi Boxweide	0,07	0,00	< 0,01	0,01	< 0,01	0,00	0,3	0,5	0,0
het Streekbos	0,20	0,00	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,00	0,8	0,7	1,3
de Kleine Vliet	0,25	0,00	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,00	0,3	0,4	0,1
de Grote Vliet	0,01 à 0,10	0,00	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,00	1,0	1,6	0,0
Vooroeverproject	-1,6 à -1,9	0,00	< 0,01	0,01	< 0,01	0,00	0,1	0,2	0,0

* Situatie zonder voorgenomen grondwateronttrekking en -infiltratie (negatieve waarde betekent dat sprake is van infiltratie)

In de natuurgebieden is de natuurlijke kwel- of infiltratiedruk nagenoeg overal aanzienlijk groter dan de invloed van de voorgenomen grondwateronttrekking en -infiltratie, zodat sprake blijft van een kwelsituatie dan wel infiltratiesituatie. Alleen bij de Grote Vliet kan plaatselijk een zeer lage natuurlijke kweldruk voorkomen, die als gevolg van het voornemen significant kan worden gereduceerd of (bij alternatief 2) zelfs kan worden veranderd in een zeer lage infiltratiedruk. Het gaat hierbij echter om zodanig kleine wijzigingen in de kwel/infiltratiestroom (maximaal 0,2 mm per jaar), dat hiervan geen nadelige gevolgen voor de aanwezige natuurwaarden te verwachten zijn.

Ook buiten de natuurgebieden zijn beschermde soorten aanwezig, die kunnen worden beïnvloed via de veroorzaakte verandering van de kwel. De kwel is echter vooral van belang in gebied met een ondiepe grondwaterstand. Buiten de natuurgebieden is over het algemeen sprake van een veel betere ontwatering en relatief diepe grondwaterstanden. Deze gebieden zijn daardoor veel minder gevoelig voor kleine wijzigingen in de kwel. Bovendien is de kweldruk in deze gebieden aanzienlijk groter, hetgeen betekent dat kleine wijzigingen relatief weinig invloed hebben op de kwelstroom. Buiten de natuurgebieden zal daarom geen nadelige invloed op beschermde soorten optreden.

Tabel 6-31 Beoordeling invloed KWO, RO en OHB op natuurwaarden

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
invloed op grondwaterstand	0	0	0	0
invloed op kwel	0	0	0	0
totale beoordeling	0	0	0	0

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

6.3.11 Invloed op de landbouw

Voor de landbouw geldt, net als voor de natuurwaarden, dat deze kan worden beïnvloed via de grondwaterstand en de kwel.

Grondwaterstand

De grondwaterstand bepaalt de beschikbaarheid van water voor het gewas en is van invloed op eventuele natschade en droogteschade. In de landbouwgebieden is sprake van een goede ontwateringstoestand en relatief diepe grondwaterstanden. De maximale

invloed van de KWO, RO en OHB op de grondwaterstand bedraagt respectievelijk 2 cm (alternatief 1), 8 cm (alternatief 2) en 4 cm (alternatief 3).
Een grondwaterstandverandering met meer dan 5 cm treedt alleen op bij alternatief 2. Het gebied waar de grondwaterstand het meest wordt beïnvloed valt samen met de ligging van een voormalige stroomgeul die door het glastuinbouwgebied loopt. Een grondwaterstandverandering van meer dan 5 cm buiten het glastuinbouwgebied komt alleen aan de oostzijde voor tot maximaal 500 m vanaf de rand van het glastuinbouwgebied. Ter plaatse bedraagt de drooglegging ongeveer 1,9 m en is daarom sprake van een relatief diepe grondwaterstand (1,5 à 2 m-mv). De maximaal veroorzaakte grondwaterstandverandering van 5 à 8 cm is bij een dergelijke diepe grondwaterstand verwaarloosbaar en heeft geen nadelige gevolgen voor de landbouw ter plaatse.

Kwel
De kwaliteit van het ondiepe grondwater wordt vooral bepaald door infiltrerend hemelwater. De mate waarin kwel optreedt, kan echter ook enigszins van invloed zijn op de kwaliteit van het ondiepe grondwater. De kwaliteit van het grondwater is op zijn beurt weer van invloed op de gewassen. Een toename van de kwel kan nadelig zijn, omdat hierbij verzilting van het ondiepe grondwater kan optreden. Een afname van de kwel vermindert de verzilting en is gunstig voor de kwaliteit van het ondiepe grondwater. Aangezien het voornemen zorgt voor een geringe afname van de netto kwel op jaarbasis zal geen nadelige invloed op de kwaliteit van het ondiepe grondwater optreden.

Tabel 6-32 Beoordeling invloed van de KWO, OHB en RO op de landbouw

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
invloed op grondwaterstand	0	0	0	0
invloed op kwel	0	0	0	0
totale beoordeling	0	0	0	0

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

6.3.12 Invloed KWO op RO en OHB

De waterverplaatsing bij de KWO is vele malen groter dan de waterverplaatsing bij de RO en OHB. Daarnaast is de KWO op een grotere diepte gepland dan de RO en OHB. De RO en OHB zullen daardoor geen merkbare invloed op de KWO hebben. Omgekeerd kan echter wel sprake zijn van beïnvloeding.

Invloed op OHB
De effectiviteit van de OHB kan nadelig worden beïnvloed door de grondwaterstroming. Het opgeslagen hemelwater wordt onder invloed van de grondwaterstroming verplaatst. Als gevolg van deze verplaatsing zal bij de onttrekking eerder bijmenging met het oorspronkelijke grondwater optreden, waardoor de kwaliteit van het onttrokken grondwater verslechtert. In hoeverre dit een belemmering vormt, wordt vooral bepaald door de kwaliteit van het grondwater en door de kwaliteitseisen die aan het gietwater worden gesteld. Over het algemeen zal enige bijmenging echter al snel tot overschrijding van de kwaliteitseisen leiden.
Als gevolg van de grote waterverplaatsing die hoort bij de KWO, zal ook de grondwaterstroming in het glastuinbouwgebied aanzienlijk worden beïnvloed. Doordat bij KWO in het winterseizoen grondwater van de koude naar de warme putten wordt verpompt en in het zomerseizoen in omgekeerde richting zal sprake zijn van een zekere compensatie van de effecten: in de winter wordt het hemelwater bijvoorbeeld weggeduwd en in de zomer in

vergelijkbare mate weer terug geduwd. Desondanks is grote invloed van de KWO op de OHB niet gewenst en dienen de effecten geminimaliseerd te worden. Om de interactie te minimaliseren zijn de bronnen van de KWO op relatief grote diepte in het derde watervoerende pakket gepland.

Voor de verschillende alternatieven is berekend hoe groot de invloed van de KWO is op de grondwaterstroming in het tweede watervoerende pakket. Tabel 6-33 vat de resultaten samen.

Tabel 6-33 Overzicht berekende maximale invloed van de KWO per alternatief op de grondwaterstroming in het tweede watervoerende pakket

	veroorzaakte verplaatsing [m]		
	zomer	winter	jaartotaal
Alternatief 1	38	45	7
Alternatief 2	51	60	9
Alternatief 3	51	60	9

De snelheid van de natuurlijke grondwaterstroming in het tweede watervoerende pakket bedraagt ter plaatse van het glastuinbouwgebied ongeveer 4 meter per jaar. De invloed van de KWO op de grondwaterstroming is daarmee een bepalende factor voor het rendement van OHB in het tweede watervoerende pakket. Er zijn weliswaar plaatsen waar de veroorzaakte grondwaterstroming volgens het grondwatermodel relatief klein is, maar dan nog is de invloed aanzienlijk. Bovendien is een goede voorspelling van de invloed op de grondwaterstroming niet mogelijk, vanwege het ontbreken van gedetailleerde informatie over de bodemopbouw. Een aantal lokaal aanwezige kleilagen kunnen bijvoorbeeld bepalend zijn voor de grootte van de invloed op de grondwaterstroming ter plaatse. Geconcludeerd wordt dat de KWO het rendement van OHB in het tweede watervoerende pakket plaatselijk sterk nadelig kan beïnvloeden. Hierbij moet worden opgemerkt dat verliezen van hemelwater uit de OHB weer ten goede komen aan de kwaliteit van het water dat wordt onttrokken bij de RO. Hierdoor wordt het nadelige effect van de verliezen enigszins gecompenseerd. Over het geheel gezien wordt deze invloed als negatief beoordeeld.

Een mogelijke oplossing zou de toepassing van OHB in het eerste watervoerende pakket kunnen zijn. Collectieve toepassing van OHB in het eerste watervoerende pakket is echter niet mogelijk, omdat de veroorzaakte hydrologische effecten en de gevolgen daarvan aan maaiveld onacceptabel groot zijn. Individuele toepassing van OHB in het eerste watervoerende pakket is echter niet uitgesloten.

Invloed op RO

Ook bij de RO is de kwaliteit van het onttrokken grondwater van belang. Enerzijds bepaalt de grondwaterkwaliteit de eigenschappen van de benodigde RO-installatie en anderzijds ook het energieverbruik bij de zuivering. Hoe hoger het zoutgehalte van het onttrokken grondwater, des te hoger zijn de investeringskosten en het energieverbruik (en exploitatiekosten) van de RO-installatie. De KWO heeft invloed op de grondwaterstroming en daarmee ook op de kwaliteit van het grondwater dat bij de RO wordt onttrokken. Met name de verticale grondwaterstroming is hierbij van belang, omdat de grootste gradiënten in zoutgehalte aanwezig zijn in de verticale richting.

Aangezien de KWO in de winter meer grondwater verplaatst dan in de zomer zal de netto veroorzaakte verticale grondwaterstroming boven de koude putten opwaarts gericht zijn en boven de warme putten neerwaarts. Het ligt daarom voor de hand om de RO putten zo mogelijk niet nabij koude putten te plaatsen. In het Masterplan [Lit. 3] zijn hieraan echter geen randvoorwaarden verbonden.

Tabel 6-34 Beoordeling interactie tussen KWO en RO/OHB

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
invloed RO en OHB op KWO	0	0	0	0
invloed KWO op RO en OHB	0	-	-	-
totale beoordeling	0	-	-	-

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

6.4 Thermische effecten en gevolgen daarvan

6.4.1 Beschrijving computerprogramma

Er zijn meerdere aspecten die een rol spelen bij warmtetransport, namelijk:
- advectief transport (grondwaterstroming);
- vrij convectief transport (dichtheidsstroming);
- geleiding (conductie).

Het grootste gedeelte van het warmtetransport wordt veroorzaakt door het advectieve transport. Om te beoordelen in hoeverre dichtheidstroming van belang kan zijn, zijn radiaal symmetrische berekeningen uitgevoerd. In deze berekeningen wordt de bodem zowel in verticale richting als in horizontale richting geschematiseerd en doorgerekend. De radiaalsymmetrische berekeningen geven aan dat het aandeel van dichtheidsstroming en geleiding slechts beperkt is. Derhalve is ervoor gekozen om de thermische effecten van de koude- en warmteopslag te berekenen met het programma HstWin-2D, waarin de dichtheidstroming niet meegenomen wordt. Met het programma HstWin-2D kan warmte- en stoftransport worden berekend in een verzadigd 2-dimensionaal grondwatersysteem. HstWin-2D simuleert de grondwaterstroming en het warmtetransport in één laag.

6.4.2 Uitgangspunten voor de berekening

De randvoorwaarden in het HstWin-2D-model zijn gebaseerd op de geohydrologische beschrijving in hoofdstuk 3. De dikte van de laag waarin het warmtetransport gesimuleerd wordt, is gelijk gekozen aan de effectieve dikte van de warme en de koude bel (berekend op 130 m). In deze berekening is het watervoerende pakket als een afgesloten watervoerend pakket beschouwd (geen verticale voeding). Wel vindt warmte-uitwisseling met boven- en onderliggende lagen plaats door middel van geleiding. In Tabel 6-35 zijn de belangrijkste geohydrologische en geothermische invoerparameters opgenomen die bij de berekeningen zijn gebruikt. De warmtegeleidingscoëfficiënten en de warmtecapaciteiten zijn ontleend aan de VDI 4640, Blatt 1/part 1 [Lit. 23].

Tabel 6-35 Modelschematisatie HstWin-2D

laagnaam	dikte [m]	horizontale doorlatendheid [m/d]	verhang natuurlijke stijghoogte [‰]	warmtegeleiding effiçiënt [W/(mK)]	warmtecapaciteit [MJ/(m³K)]
geleidende toplaag	-	-	-	2,4	2,5
opslagpakket	130	40	0,2	2,4	2,5
geleidende onderlaag	-	-	-	2,4	2,5

Op basis van het onttrekkings-/infiltratiepatroon weergegeven in Tabel 6-36 zijn de drie alternatieven voor koude- en warmteopslag thermisch doorgerekend met het programma HstWin-2D.

Tabel 6-36 Onttrekkings-/infiltratiepatroon (gemiddelde situatie)

seizoen	bedrijfstoestand	onttrekken uit	infiltreren in	waterverplaatsing [m³/a]	infiltratietemperatuur [°C]
winter	warmtelevering	Warm	Koud	54.000.000	7
zomer	koudelevering	Koud	Warm	46.000.000	28

6.4.3 Resultaten van de thermische berekeningen

Thermisch invloedsgebied

De berekende temperaturen na 20 jaar koude-/warmteopslag zijn weergegeven in figuur #13 t/m #15. De natuurlijke grondwatertemperatuur van het opslagpakket bedraagt circa 12,5 °C. In de koude bel is de temperatuur minimaal 0,5 °C lager dan de natuurlijke grondwatertemperatuur en in de warme bel minimaal 0,5 °C hoger. Het contourinterval is 1 °C. Voor de drie alternatieven zijn de volgende thermische invloedsgebieden berekend:

	Maximaal thermisch invloedsgebied vanaf de grens van het gebied [m]
Alternatief 1	220
Alternatief 2	200
Alternatief 3	300

Thermisch functioneren

In de thermische berekeningen is voor alle alternatieven uitgegaan van een vaste infiltratietemperatuur en een vaste waterverplaatsing voor zowel de zomer als de winter (Tabel 6-36). Op basis van de berekeningsresultaten is per alternatief de geleverde hoeveelheid energie vastgesteld en vergeleken met het functioneren van het theoretisch maximaal haalbare. De geleverde energie wordt bepaald door het verschil tussen de gemiddelde onttrekkingstemperatuur en de (vaste) infiltratietemperatuur in combinatie met de hoeveelheid water die wordt verplaatst. Tabel 6-37 geeft de resultaten van de berekeningen weer.

Tabel 6-37 Gemiddeld geleverde hoeveelheid energie per alternatief na 5, 10 en 20 jaar KWO [GWht]

	zomerseizoen			winterseizoen		
	theoretisch maximum *	berekend	verlies	theoretisch maximum *	berekend	verlies
5e jaar						
Alternatief 1	1.121	1.095	2,3%	1.172	1.104	5,8%
Alternatief 2	1.121	1.094	2,4%	1.172	1.102	6,0%
Alternatief 3	1.121	1.099	2,0%	1.172	1.116	4,8%
10e jaar						
Alternatief 1	1.121	1.105	1,4%	1.172	1.126	3,9%
Alternatief 2	1.121	1.103	1,6%	1.172	1.117	4,7%
Alternatief 3	1.121	1.108	1,1%	1.172	1.133	3,3%
20e jaar						
Alternatief 1	1.121	1.111	0,9%	1.172	1.133	3,3%
Alternatief 2	1.121	1.109	1,1%	1.172	1.126	3,9%
Alternatief 3	1.121	1.113	0,7%	1.172	1.141	2,6%

* Het theoretisch maximum is berekend voor de situatie zonder energetische lekverliezen

Uit de berekeningsresultaten blijkt dat bij alle alternatieven de verliezen in de loop van de jaren afnemen en dat de theoretisch maximaal haalbare energiehoeveelheid nagenoeg wordt gehaald. De verliezen van warmte (zie winterseizoen) zijn groter dan de koudeverliezen, doordat de infiltratietemperatuur in de warme putten (28 °C) veel meer afwijkt van de natuurlijke grondwatertemperatuur (12,5 °C) dan de infiltratietemperatuur in de koude putten (7 °C). De verschillen tussen de alternatieven in het thermisch functioneren van de KWO zijn zodanig klein, dat hieruit geen duidelijke voorkeur voor één van de alternatieven naar voren komt. De prestatie van alle alternatieven wordt als positief beoordeeld. Opvallend is dat alternatief 2, die op voorhand als "thermisch optimaal" werd gekwalificeerd volgens de berekeningen de grootste verliezen heeft. Dit wordt onder andere veroorzaakt doordat de mogelijkheden om de putten in te passen in het terrein niet optimaal aansluiten bij de gewenste afstanden tussen de koude en warme putten.

Tabel 6-38 Beoordeling thermisch functioneren

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
thermisch functioneren	0	+	+	+

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

6.4.4 Invloed op kwaliteit van grondwater

Huidige situatie

De temperatuur in het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket loopt op van ongeveer 11 °C op 50 m-mv naar ongeveer 13,5 °C op 250 m-mv [Lit. 10].

Invloed KWO

In de omgeving van de bronnen van de KWO zal de temperatuur van het grondwater en het sediment (in geringe mate) toenemen (bij de warme bronnen) of afnemen (bij de koude bronnen). Aangezien chemische en microbiologische processen temperatuurafhankelijk zijn, kan deze temperatuurverandering van invloed zijn op de chemische en microbiologische samenstelling van het grondwater. In het verleden is veel onderzoek gedaan naar het effect van de temperatuur op de grondwatersamenstelling. Ook in het kader van

meetprogramma's bij KWO's is veel onderzoek naar de grondwaterkwaliteit gedaan. Hieronder zijn de belangrijkste conclusies uit deze onderzoeken samengevat [Lit. 24].

Invloed op chemische grondwatersamenstelling

- Door een verandering van de grondwatertemperatuur kunnen chemische evenwichten verschuiven, waardoor bij hoge temperatuur warmteopslag (b.v. 90 °C) neerslag van carbonaten en het oplossen van silicaten kan optreden. Bij temperaturen onder ca. 40 °C is het effect van de temperatuur minimaal. Carbonaten bevatten Ca, Mg, Fe en Mn en de concentratie daarvan wordt daarom ook beïnvloed door de temperatuur;
- Bij hogere temperaturen kunnen chemische reacties sneller verlopen. Dit is echter alleen van belang als er sprake is van een "niet-evenwicht situatie". In het grondwater in het derde watervoerende pakket zal gezien de ouderdom sprake zijn van een evenwichtssituatie, zodat de temperatuursverandering geen noemenswaardige gevolgen heeft;
- De samenstelling van het cation uitwisselingscomplex wordt beïnvloed door de temperatuur, waardoor de concentratie Ca in het grondwater afneemt en de concentraties K en NH4 toenemen bij een temperatuurverhoging;
- Een relatie tussen het gehalte opgelost organisch koolstof en de temperatuur is niet aangetoond.

Invloed op microbiologische grondwatersamenstelling

- De biomassa van micro-organismen bestaat uit koolwaterstoffen. Micro-organismen hebben daarom assimileerbaar organisch koolstof nodig om te kunnen groeien. In grondwater is assimileerbaar organisch koolstof vaak niet of nauwelijks aanwezig. Een toename van de temperatuur zorgt daardoor zelden voor een toename van de microbiologische populatie. Als wel assimileerbaar organisch koolstof aanwezig is, kan wel een toename veroorzaakt worden;
- De snelheid waarmee micro-organismen kunnen groeien neemt significant toe bij een toename van de temperatuur;
- Ieder type micro-organisme kan alleen binnen een zeker temperatuurbereik overleven. Veelal is dit bereik ongeveer 30 °C groot. Door een significante verandering van de temperatuur kan daarom een verschuiving in de samenstelling van de microbiologische populatie optreden;
- Bij geen van de onderzoeken is een toename van pathogene bacteriën (bacteriën die ziekte kunnen veroorzaken) waargenomen. Hoewel er aanwijzingen zijn dat Legionella in het grondwater kan overleven, blijkt ook dat Legionella niet kan concurreren met micro-organismen die in het natuurlijke grondwater voorkomen;
- De verstoring van de bodem bij het boren van de bronnen heeft tijdelijk een sterk stimulerende werking op de groei van micro-organismen door een toename van het voedselaanbod. Na enige tijd zakt het aantal micro-organismen weer naar het oorspronkelijke niveau;
- Incidenteel zijn bij meetprogramma's verontreinigingen met humaan faecaal materiaal (aan de mens gerelateerd materiaal) gevonden, mogelijk doordat bij monstername contact met niet steriele huid en dergelijke is opgetreden.

Algemeen

- Veranderingen in de kwaliteit van het toestromende water hebben veelal een grotere invloed op de kwaliteit van het grondwater dan de temperatuurverandering. Wel kan bij warmteopslag opwaartse grondwaterstroming veroorzaakt worden bij de warme bron (als water met een hoge temperatuur wordt geïnfiltreerd, is de dichtheid van dit water lager dan het omgevingswater en heeft dit water de neiging te gaan opdrijven), waardoor water van grotere diepte wordt aangetrokken. Dit diepere grondwater kan een andere kwaliteit hebben.

De gemiddelde infiltratietemperatuur in de winter is 7 °C en in de zomer maximaal 28 °C. De afwijking ten opzichte van de natuurlijke grondwatertemperatuur van 11 - 15,5 °C is gering en bovendien zeer lokaal. Er is dan ook geen merkbare verandering van de grondwatersamenstelling als gevolg van de temperatuurveranderingen te verwachten.

Tabel 6-39 Beoordeling thermische invloed op de grondwaterkwaliteit

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
invloed op grondwaterkwaliteit	0	0	0	0

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

6.4.5 Invloed op andere onttrekkingen

Binnen het berekende thermische invloedsgebied van het beoogde koude- en warmteopslagsysteem bevinden zich geen andere grondwatergebruikers. Van thermische beïnvloeding is derhalve geen sprake.

Tabel 6-40 Beoordeling thermische invloed op ander onttrekkingen

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
invloed op ander onttrekkingen	0	0	0	0

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

6.4.6 Invloed op natuurwaarden en landbouw

Huidige situatie

De temperatuur van de bodem aan maaiveld wordt vooral bepaald door de natuurlijke fluctuatie van de temperatuur, zoninstraling en uitstraling. Seizoensfluctuaties in de bodemtemperatuur zijn vooral merkbaar in de bovenste 10 m van de bodem. Dieper dan 20 m zijn geen seizoensfluctuaties meer merkbaar. Door de aanvoer van warmte vanuit de kern van de aarde neemt de temperatuur van de bodem en het grondwater met diepte geleidelijk toe. De temperatuur in het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket loopt op van ongeveer 11 °C op 50 m-mv naar ongeveer 13,5 °C op 250 m-mv.

Invloed KWO

De invloed van de KWO op de grondwatertemperatuur blijft beperkt tot de directe omgeving van de projectlocatie. Voor alle alternatieven geldt dat de grondwatertemperatuur rond de koude bronnen afneemt met maximaal 5,5 °C en rond de warme bronnen toeneemt met maximaal 15,5 °C. Bij een dikte van de bodemlagen boven de warme en koude bellen van 120 m en een gemiddelde warmtegeleidingscoëfficiënt van 2,2 W/mK voor de bodem tussen 0 en 120 m-mv, kan een netto warmtestroom worden berekend van 0,10 W/m² bij de koude bronnen en 0,28 W/m² bij de warme bronnen. Deze warmtestroom is bij de koude bronnen neerwaarts gericht en bij de warme bronnen opwaarts. In

vergelijking met de dagelijkse in en uitgaande straling aan maaiveld door de zon (100 à 1.000 W/m²) is deze warmtestroom verwaarloosbaar. Meetbare temperatuurveranderingen als gevolg van de KWO treden dan ook niet op. Er zijn dan ook geen thermische effecten op natuurwaarden of landbouw aan maaiveld.

Tabel 6-41 Beoordeling thermische invloed op natuurwaarden en landbouw

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
invloed op natuur en landbouw	0	0	0	0

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

6.5 Gevolgen voor ondergronds ruimtegebruik

Vanaf het moment dat de vergunning Grondwaterwet voor de voorgenomen grondwateronttrekking en -infiltratie wordt afgegeven, krijgt het voornemen de status van een belanghebbende. Dit betekent dat andere initiatieven in de omgeving rekening moeten houden met deze belanghebbende en hier in principe geen nadelige invloed op mogen hebben. Uitzonderingen blijven mogelijk als hierover overeenstemming bereikt wordt met de vergunninghouder. Nieuwe initiatieven met een hoger belang kunnen zodoende toch doorgang vinden, ondanks eventuele nadelige invloed op het functioneren van de grondwateronttrekking en -infiltratie van het glastuinbouwgebied.

Eventuele initiatieven op het gebied van ondergronds ruimtegebruik in de omgeving zullen naar verwachting vooral bestaan uit grondwateronttrekkingen. Tussen deze grondwateronttrekkingen en de KWO, RO en OHB uit dit voornemen kan interactie optreden op twee vlakken, namelijk hydrologisch en thermisch.

Hydrologische interactie

Invloed nieuwe onttrekking op het voornemen

Het technisch functioneren van de KWO is slechts in beperkte mate afhankelijk van de stijghoogte. Veelal wordt de stijghoogte in de bron gemonitoord en zijn daaraan onderhouds- en alarmniveaus gekoppeld. Dit is bedoeld om een eventuele verstopping te constateren, zodat (tijdig) maatregelen getroffen kunnen worden. Een andere onttrekking kan de stijghoogte zodanig beïnvloeden dat het onderhouds- of alarmniveau wordt aangesproken. Als vooraf bekend is wat de invloed van de andere onttrekking is, dan kunnen de onderhouds- en alarmniveaus daarop worden aangepast. Deze aanpassingen moeten in de software van het beheersysteem worden doorgevoerd en kunnen kosten met zich meebrengen.

Een andere onttrekking zou ook van invloed kunnen zijn op de grondwaterstroming, die op zijn beurt weer van invloed is op de KWO en de OHB. Alleen onttrekkingen op korte afstand van de locatie of zeer grootschalige onttrekkingen zouden een significante invloed op de grondwaterstroming kunnen hebben.

Nieuwe onttrekkingen van enige omvang zijn vergunningplichtig in het kader van de Grondwaterwet. Onderdeel van de vergunningprocedure is het beoordelen of de invloed van de nieuwe onttrekking op de bestaande onttrekkingen acceptabel is. Als nadelige gevolgen mogelijk zijn, dan zal de Provincie de vergunninghouder daarvan op de hoogte stellen en kan eventueel een regeling getroffen worden. De bescherming van de koude-

/warmteopslag is op deze manier voldoende gewaarborgd. Het is dan ook niet nodig om een "beschermingszone of boringsvrije zone" op te nemen rond de koude-/warmteopslag.

Invloed voornemen op nieuwe onttrekking
De invloed van de voorgenomen grondwateronttrekking- en infiltratie treedt vooral op in het tweede en derde watervoerende pakket. In het eerste watervoerende pakket blijft de invloed beperkt tot een maximale stijghoogteverandering van respectievelijk 19 cm (alternatief 1), 64 cm (alternatief 2) en 38 cm (alternatief 3). De invloed op de grondwaterstand aan maaiveld is zeer gering. Deze stijghoogte- en grondwaterstandveranderingen vormen geen belemmering voor eventuele nieuwe grondwateronttrekkingen, zolang rekening wordt gehouden met de veroorzaakte fluctuatie.

In het tweede en derde watervoerende pakket zijn de veroorzaakte stijghoogteveranderingen beduidend groter. Tot op heden bevinden zich in het tweede en derde watervoerende pakket alleen grondwateronttrekkingen met als doel KWO. Voor KWO-systemen is de stijghoogte van ondergeschikt belang. Wel dient bij het instellen van de onderhouds- en alarmniveaus van deze systemen rekening gehouden te worden met de fluctuaties als gevolg van de grondwateronttrekking en -infiltratie in het glastuinbouwgebied. Het gebied waar de stijghoogte met 10 cm of meer wordt beïnvloed reikt bij alternatief 1 tot maximaal 3.300 m buiten het glastuinbouwgebied, bij alternatief 2 tot maximaal 4.700 m en bij alternatief 3 tot maximaal 5.500 m. De druk op de ondergrondse ruimte is daarom bij alternatief relatief klein en bij alternatief 3 relatief groot.

Het voornemen heeft ook invloed op de grondwaterstroming in de omgeving. Vooral bij de opslag van hemelwater, maar ook bij de opslag van koude en warmte, is de grondwaterstroming een belangrijke randvoorwaarde. Een relatief klein invloedsgebied voor de grondwaterstroming heeft dan ook de voorkeur. Een beïnvloeding van de jaarlijkse grondwaterstroming met 1 m per jaar kan bij alternatief 1 optreden tot maximaal 500 m buiten het glastuinbouwgebied, bij alternatief 2 tot maximaal 900 m en bij alternatief 3 tot maximaal 800 m.

Thermische interactie
Invloed nieuwe onttrekking op het voornemen
De temperatuur van het onttrokken grondwater is bepalend voor het functioneren van de KWO. Als er een nieuwe KWO op korte afstand van het glastuinbouwgebied komt, kan deze van invloed zijn op de temperatuur bij de KWO aan de rand van het glastuinbouwgebied. Ook hierbij geldt dat de procedure voor de vergunning Grondwaterwet moet worden doorlopen en dat hierbij de bestaande onttrekkingen een "beschermde status" hebben. Een nieuwe KWO kan daarom alleen vergund worden als de invloed op de KWO van het glastuinbouwgebied verwaarloosbaar of positief is. Als de invloed negatief is, zal geen vergunning worden verleend of moet er een regeling tussen beide partijen getroffen worden.

Invloed voornemen op nieuwe onttrekking
Door de KWO van het glastuinbouwgebied zal de temperatuur van het grondwater in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket ter plaatse worden beïnvloed (zie paragraaf 6.4.4). De invloed op de grondwatertemperatuur blijft echter beperkt tot de directe omgeving (maximaal 300 m buiten de rand van het glastuinbouwgebied). Alleen op zeer korte afstand van het glastuinbouwgebied zou daardoor sprake kunnen zijn van

beperkingen voor nieuwe koude-/warmteopslagsystemen. Door aan te sluiten op de ordening uit het Masterplan kan echter ook sprake zijn van wederzijds voordeel.

Ook voor de thermische interactie is geen beschermingszone of boringsvrije zone noodzakelijk.

Gevolgen voor nieuwe ondergrondse infrastructuur
Gezien de invloed op de grondwaterstand zijn er geen belemmeringen voor ondergrondse infrastructuur. Plannen op het gebied van ondergrondse infrastructuur, zoals parkeerkelders en tunnels, worden in de omgeving van het glastuinbouwgebied overigens niet verwacht.

Tabel 6-42 Beoordeling gevolgen KWO, RO en OHB voor ondergronds ruimtegebruik

aspect	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
gevolgen voor nieuwe onttrekkingen	0	-/0	-	-
gevolgen voor nieuwe ondergrondse infrastructuur	0	0	0	0
totale beoordeling	0	0	-/0	-/0

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

7 Beoordeling van de alternatieven

7.1 Vergelijking van de alternatieven

De drie alternatieven zijn vergeleken met de referentiesituatie (systeem met WKK en ketels) op basis van milieuaspecten. Het bepalen van de milieuwinst/verlies is subjectief, omdat verschillende soorten effecten/aspecten tegen elkaar afgewogen moeten worden. Hoe verhoudt een grondwaterstandverandering zich bijvoorbeeld tot een CO_2-emissiereductie?

In dit MER is ervoor gekozen om aan de beoordelingen van de milieueffecten uit hoofdstuk 5 een score te koppelen per thema en deze vervolgens bij elkaar op te tellen. Het eindresultaat is opgenomen in Tabel 7-1. De onderbouwing van de scores van de verschillende aspecten die in Tabel 7-1 bij elkaar worden opgeteld is gegeven in tot en met Tabel 7-5. Bij het bepalen van de scores is aan iedere "-" een waarde van -1 toegekend en aan ieder "+" een waarde van +1. Onderaan iedere tabel is een totaalscore voor het betreffende thema bepaald.

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 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 7-1 Totaalbeoordeling alternatieven op milieueffecten

aspect	zie tabel	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
score hydrologische effecten	7-2	0	-1	-3	-1,5
score thermische effecten	7-3	0	+1	+1	+1
score gevolgen ondergronds ruimtegebruik	7-4	0	0	-0,5	-0,5
score energieverbruik en CO_2-emissie	7-5	0	+2	+2	+2
totaalscore		**0**	**+2**	**-0,5**	**+1**

Tabel 7-2 Overzicht beoordeling per alternatief van de gevolgen van de hydrologische effecten veroorzaakt door de KWO, RO en OHB

invloed op:	zie tabel	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
grondwaterstroming en grondwaterstand	6-21	0	0	-/0	0
kwaliteit grondwater en oppervlaktewater	6-22	0	0	0	0
bebouwing en infrastructuur	6-24	0	0	-	-/0
archeologische waarden	6-25	0	0	-/0	0
andere onttrekkingen	6-27	0	0	0	0
bodem- en grondwaterverontreinigingen	6-28	0	0	0	0
natuurwaarden	6-31	0	0	0	0
landbouw	6-32	0	0	0	0
interactie KWO, RO en OHB	6-34	0	-	-	-
totale score hydrologische effecten		0	-1	-3	-1,5

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

Tabel 7-3 Overzicht beoordeling per alternatief van de gevolgen van de thermische effecten veroorzaakt door de KWO

aspect	zie tabel	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
thermisch functioneren	6-38	0	+	+	+
invloed op grondwaterkwaliteit	6-39	0	0	0	0
invloed op ander onttrekkingen	6-40	0	0	0	0
invloed op natuur en landbouw	6-41	0	0	0	0
totale score thermische effecten		0	+1	+1	+1

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

Tabel 7-4 Beoordeling gevolgen KWO, RO en OHB voor ondergronds ruimtegebruik

aspect	zie tabel	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
gevolgen voor ondergrondse ruimtegebruik	6-42	0	0	-/0	-/0
totale score gevolgen ondergronds ruimtegebruik		0	0	-0,5	-0,5

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

Tabel 7-5 Beoordeling energieverbruik en CO_2-emissie

aspect	zie tabel	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
energieverbruik en CO_2-emissie	6-3	0	++	++	++
totale score energieverbruik en CO_2-emissie		0	+2	+2	+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. Alternatief 1 heeft de hoogste score en wordt als meest milieuvriendelijk alternatief (MMA) beschouwd. Alternatief 1 is tevens het alternatief waarvoor vergunning wordt aangevraagd. In dit geval valt het MMA samen met het voorkeursalternatief.

7.2 Optimalisatiemogelijkheden

Positionering van de putten
In het kader van het Masterplan heeft optimalisatie van het puttenveld plaatsgevonden. Uit de uiteindelijke beoordeling komt alternatief 1 als meest milieuvriendelijk alternatief naar voren, met name op basis van relatief kleine hydrologische effecten en een compact hydrologisch invloedsgebied. Alternatief 1 heeft bij alle thema's een score die hoger is of gelijk aan die van de alternatieven 2 en 3. Op dit vlak zijn de optimalisatiemogelijkheden dan ook minimaal.

Beperken energievraag
De meest voor de hand liggende manier om de milieueffecten verder te beperken is het reduceren van de energievraag. Door het verminderen van de energievraag, zal ook de waterverplaatsing en het energieverbruik van de KWO afnemen, waardoor de milieueffecten kleiner worden. De energievraag hangt sterk samen met het gewas dat geteeld wordt en de technieken die in de kas worden toegepast. Gezien de snelheid van de ontwikkelingen in de techniek en de diversiteit van de ondernemingen in product, teeltwijze en bedrijfsvoering (zeker voor de langere termijn) voert het te ver om in dit MER in te gaan op mogelijkheden voor de beperking van het energieverbruik. Verwacht wordt dat het energieverbruik per eenheid product, net als in de afgelopen jaren, nog verder zal afnemen. Belangrijke drijvende krachten hiervoor zijn de afspraken op dit vlak die de glastuinbouwsector met de overheid heeft gemaakt ("Convenant glastuinbouw en milieu" en "Duurzaamheidsakkoord", zie bijlage 5) en de toenemende energieprijzen.

Koppeling KWO-systemen
Om meer gebruik te kunnen maken van verschillen in de koude- en warmtevraag in het gebied zou kunnen worden overwogen om de KWO-systemen van verschillende bedrijven aan elkaar te koppelen. Vooral als het ene bedrijf op jaarbasis een groot koude overschot heeft en het andere bedrijf een groot warmteoverschot, kan hieruit voordeel worden behaald. Gevolg van het koppelen van KWO-systemen van verschillende bedrijven is echter dat de investeringskosten aanzienlijk toenemen en de regeling complexer wordt. Bovendien zijn tussen de bedrijven goede afspraken nodig. De nadelen worden hierbij groter ingeschat dan de voordelen. Koppeling van KWO-systemen van verschillende bedrijven is daarom niet het uitgangspunt.

Verschuiving bijdrage verschillende systemen aan totale energielevering
Door het verschuiven van de bijdrage van het koude-/warmteopslagsysteem naar conventionele warmte- en koudeopwekkers kunnen de thermische en hydrologische effecten van het grondwatersysteem verminderd worden. Vanuit de scope van het grondwatersysteem levert dit dus een optimalisatie op. Echter, over de gehele energievoorziening gezien, levert dit een negatieve bijdrage aan de totale energiebesparing.
Omgekeerd zou het maximaliseren van de bijdrage van de KWO aan de warmtelevering het energieverbruik verder kunnen reduceren. Dit kan worden bereikt door de waterverplaatsing van de KWO ter vergroten of door het temperatuurverschil tussen de koude en de warme putten te vergroten.
In het Masterplan zijn de mogelijkheden op het gebied van de waterverplaatsing maximaal benut. Een verhoging van de waterverplaatsing van de KWO zal daarom leiden tot grotere thermische interactie tussen de opgeslagen koude en warmte met grotere ener-

gieverliezen tot gevolg. Het verhogen van waterverplaatsing van de KWO is daarom niet realistisch.
Het vergroten van het temperatuurverschil tussen de koude en warme putten kan alleen worden bereikt door het verhogen van de infiltratietemperatuur in de zomer. In dit MER is voor de gemiddelde infiltratietemperatuur in de zomer een maximale waarde van 28 °C aangehouden. Het verder verhogen van de gemiddelde infiltratietemperatuur maakt het mogelijk om meer hoogwaardige warmte op te slaan. Hiervoor komt vooral restwarmte uit de WKK in aanmerking. Uitgangspunt in dit MER is echter dat de WKK alleen wordt ingezet bij warmtevraag, hetgeen betekent dat geen sprake is van restwarmte. Het verhogen van de infiltratietemperatuur in de zomer is in dat geval niet reëel.

8 Procedurele inpassing

Met dit MER vraagt Het Grootslag BV vergunning voor KWO, RO en OHB in glastuinbouwgebied Het Grootslag. Als een bedrijf op basis van de verleende vergunning een KWO, RO of OHB wil realiseren die voldoet aan de uitgangspunten van dit MER en het Masterplan, dan kan worden volstaan met een melding bij het bevoegd gezag (de Provincie). Bij de melding worden de locaties, debieten en jaarlijkse waterverplaatsing van de putten gemeld. Het MER vormt daarvoor de volledige onderbouwing. De Provincie beoordeelt of de melding voldoet aan het MER.

De verschillende grondwatersystemen worden niet geëxploiteerd door Het Grootslag BV. Het Grootslag BV draagt de vergunning over aan de Telersvereniging "Het Grootslag". De telers gaan gezamenlijk de vergunning gebruiken voor de systemen die op hun bedrijf worden toegepast. Dit gebeurt binnen de randvoorwaarden van de vergunning zoals afgegeven door de provincie Noord-Holland. Deze aanpak is met de provincie Noord-Holland besproken.

9 Leemten in informatie

Over het algemeen zijn bij het tot stand komen van dit MER geen grote leemten in informatie geconstateerd. De belangrijkste leemten zijn:

Bodemopbouw
Over de geohydrologie van de meest ondiepe bodemlagen (deklaag, eerste watervoerende pakket en eerste scheidende laag) is uit de omgeving voldoende informatie beschikbaar. Bij de gevoeligheidsanalyse is de onzekerheid in de weerstand van de eerste scheidende laag, de deklaag en de drainageweerstand als beperkt beoordeeld.

Met name voor de dieper gelegen bodemlagen is sprake van onzekerheden in de exacte geohydrologische situatie op locatie (exacte dikte en opbouw van bodemlagen en bijbehorende parameters). De exacte verbreiding van de lokale scheidende laag en de tweede scheidende laag kan bijvoorbeeld van belang zijn voor de interactie tussen de verschillende systemen binnen Het Grootslag.

Grondwaterkwaliteit
De informatie over de grondwaterkwaliteit in het glastuinbouwgebied en de omgeving daarvan is beperkt. De exacte verbreiding van zoet, brak en zout grondwater is daardoor enigszins onzeker. Dit is vooral van belang voor de OHB en RO.

Toepassingsgraad KWO, RO en OHB
In dit MER is uitgegaan van maximale toepassing van KWO, RO en OHB in de eindsituatie. In hoeverre en wanneer de bedrijven daadwerkelijk gebruik gaan maken van deze technieken is echter onzeker. Eén en ander zal sterk samenhangen met de economische haalbaarheid van de technieken ten opzichte van andere oplossingen.
Bij een lagere toepassingsgraad van KWO, RO en OHB neemt de omvang van de grondwateronttrekking en -infiltratie af en zullen ook de hydrologische effecten afnemen: in dit MER is de worst-case situatie gepresenteerd.

Uitgangspunten KWO
klimatol. ***
De nu gehanteerde uitgangspunten voor de koude-/warmteopslag zijn een zo goed mogelijke inschatting. Tot op zekere hoogte kan de gemiddelde waterverplaatsing per seizoen en de gemiddelde infiltratietemperatuur per seizoen afwijken van de aangehouden waarden. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn doordat de energievraag van de kassen in de toekomstige situatie niet nauwkeurig kan worden ingeschat en/of dat de sprake is van een relatief warme zomer en/of relatief koude winter. In dit MER is uitgegaan van relatief grote energielevering met het KWO-systeem, zodat sprake is van een worst-case benadering.

10 Evaluatie programma

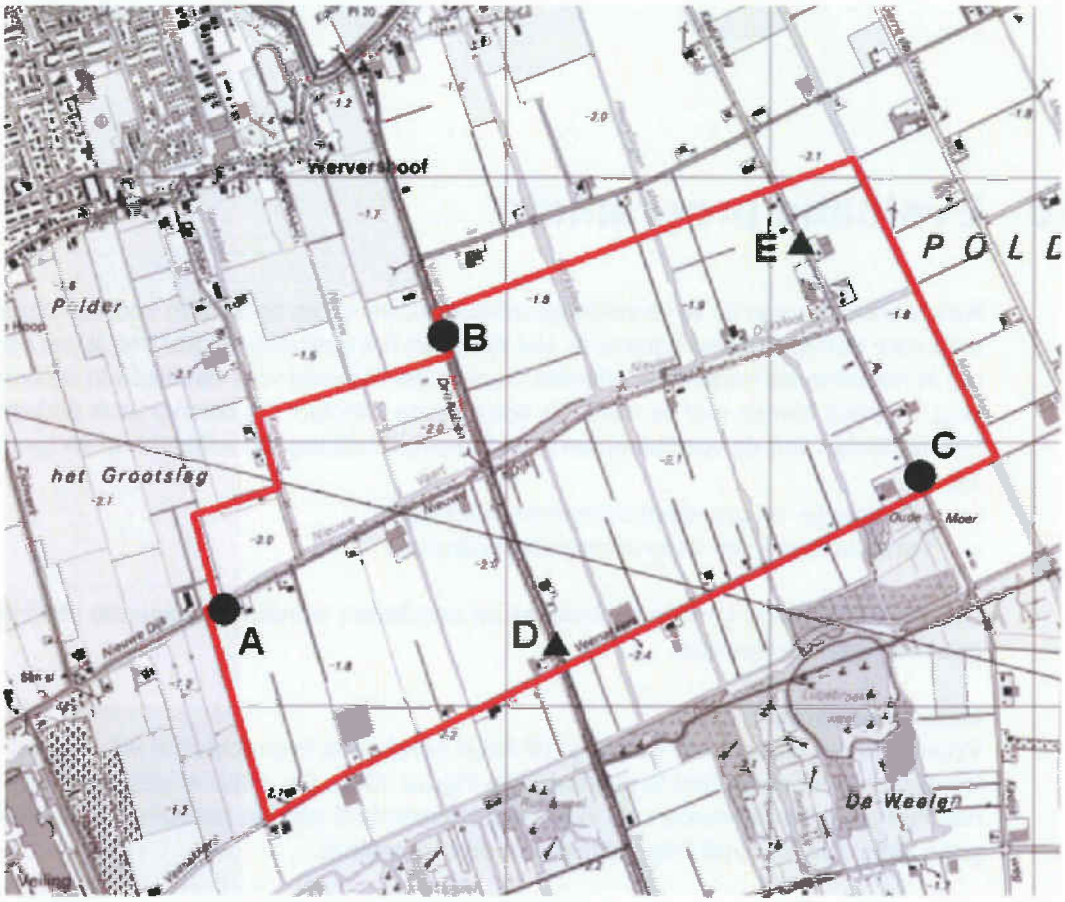
Naar aanleiding van de te verwachten milieueffecten is hieronder een voorstel opgenomen voor een evaluatieprogramma. Het doel van het evaluatieprogramma is het controleren in hoeverre de berekende effecten, voor zover relevant voor belangen in de omgeving, overeen komen met de werkelijk optredende effecten. De belangrijkste potentiële milieueffecten van de voorgenomen grondwateronttrekking- en infiltratie op de omgeving zijn:

- Stijghoogte- en grondwaterstandveranderingen;
- Veranderingen van de grondwatertemperatuur;

Om deze effecten te kunnen controleren en monitoren, worden de volgende voorzieningen/metingen voorgesteld:

Monitoringsputten
Voorstel is om ter controle van de in dit MER berekende hydrologische effecten op vijf locaties monitoringsputten te plaatsen (zie Figuur 10-1). De monitoringsputten hoeven nog niet geplaatst te worden als in het betreffende deel van het glastuinbouwgebied nog geen KWO (de MER-plichtige activiteit) wordt toegepast:

Meetput A	put (ca. 80 m diep) met filters in de deklaag, het eerste, tweede en derde watervoerende pakket aan de Nieuwe Dijk ter hoogte van de westelijke begrenzing van het glastuinbouwgebied;
Meetput B	put (ca. 80 m diep) met filters in de deklaag, het eerste, tweede en derde watervoerende pakket aan de Driehuizen ter hoogte van de noordelijke begrenzing van het glastuinbouwgebied;
Meetput C	put (ca. 80 m diep) met filters in de deklaag, het eerste, tweede en derde watervoerende pakket aan de Kadijkweg ter hoogte van de zuidelijke begrenzing van het glastuinbouwgebied;
Meetput D	put (ca. 20 m diep) met filters in de deklaag en het eerste watervoerende pakket aan de Driehuizen ter hoogte van de zuidelijke begrenzing van het glastuinbouwgebied;
Meetput E	(ca. 20 m diep) met filters in de deklaag en het eerste watervoerende pakket aan de Kadijkweg ter hoogte van de voormalige getijdengeul (daar waar de grootste invloed op de grondwaterstand wordt verwacht).



Figuur 10-1 Voorstel locaties monitoringsputten

Doel van de meetputten is het monitoren van de grondwaterstand, de stijghoogte en de grondwaterkwaliteit. Hierbij wordt de grondwaterstand en stijghoogte ten minste één keer per maand gemeten en wordt eens per jaar het chloridegehalte gemeten. In de diepe meetputten wordt minimaal jaarlijks de temperatuur in het diepste filter gemeten (alleen van toepassing als zich binnen 500 m van de meetput een KWO-put bevindt).

Onttrekkings-/infiltratieproef

Bij een onttrekkings-/infiltratieproef wordt het KWO-systeem (vanuit stilstand) gedurende enige tijd op maximale capaciteit aan gezet, waarbij tijdens en na afloop van de proef de invloed op de stijghoogten (en zo mogelijk de grondwaterstand) wordt gemeten. Door de meetgegevens (samen met de boorbeschrijvingen van de putten) te interpreteren kan worden gecontroleerd in hoeverre de aangehouden gemiddelde doorlatendheid van het derde watervoerende pakket overeen komt met de werkelijkheid.

Voor het uitvoeren van een onttrekkings-/infiltratieproef volstaan één koude en één warme put. Om de metingen te kunnen uitvoeren dienen peilfilters in de omstorting van ten minste één van de putten te worden aangebracht op verschillende dieptes, namelijk in het filtertraject, in het eerste en in het tweede watervoerende pakket.

Waterhoeveelheden en infiltratietemperaturen

Uit ijkingsberekeningen met HSTWin-3D blijkt dat de thermische effecten van de KWO met een hoge betrouwbaarheid kunnen worden berekend. Een belangrijke voorwaarde hierbij is dat de invoergegevens, zoals de waterverplaatsing per seizoen en de gemiddelde infiltratietemperatuur juist zijn. De in de berekeningen aangehouden waterverplaatsing per seizoen en de gehanteerde infiltratietemperaturen kunnen echter afwijken van de praktijk. Het is dan ook gewenst om per bedrijf de onttrokken en geïnfiltreerde hoeveelheden water en de bijbehorende infiltratietemperaturen te meten en te registreren. Hieruit dient vervolgens de balans tussen de hoeveelheid warmte en de hoeveelheid koude in de bodem te worden bijgehouden. Deze gegevens zijn niet alleen van belang om te kunnen inschatten of de berekende thermische effecten overeen komen met de werkelijkheid, maar ook belangrijk voor het functioneren van het systeem zelf.

Literatuurlijst

[1] Provincie Noord-Holland, 2008 - Richtlijnen voor het milieurapport Grondwater onttrekkingen voor de klimaat- en gietwatervoorziening van het glastuinbouwgebied Het Grootslag te Andijk/Wervershoof. Haarlem.

[2] IF Technology, 2007 - Grondwateronttrekking voor de klimaat- en gietwatervoorziening van Het Grootslag (gemeente Wervershoof/Andijk). Startnotitie m.e.r. Arnhem.

[3] IF Technology, 2007 - Het Grootslag. Masterplan Grondwater. Arnhem.

[4] Milieu, Projectbureau Glastuinbouw en, 2000 - Handboek milieumaatregelen glastuinbouw.

[5] Lekahena, drs. E.G., 1980 - Grondwaterkaart van Nederland, Medemblik. Kaartbladen 9D, 15C, 14 Oost en 14 West. Inventarisatierapport. Dienst Grondwaterverkenning TNO, Delft.

[6] IF Technology, 1995 - Effectenstudie Koudeopslag Auditorium Technische universiteit Eindhoven. Arnhem.

[7] RGD, Dienst Grondwaterverkenning TNO, Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA, Rijkswaterstaat, Directie Flevoland en Provincie Flevoland, 1991 - Geohydrologische Atlas IJsselmeergebied. Lelystad.

[8] Someren, drs. M.H. van, 2001 - De kwel- en infiltratiekaart van Noord-Holland. van Someren bodem en water consultancy. Wijk aan Zee.

[9] Gaast, J.W.J. en Peerboom, J.M.P.M., 1996 - Effecten van de sanering van gasbronnen in Noord-Holland benoorden het IJ op de nutrienten- en chloridebelasting van het oppervlaktewater. Wageningen

[10] Stolk, P., 2000 - Analyse van temperatuurmetingen in de Nederlandse ondergrond (20-300 m beneden maaiveld) in relatie tot hydrologische en meteorologische omstandigheden in heden en verleden. IF Technology/Vrije Universiteit. Arnhem en Amsterdam.

[11] Provincie Noord-Holland, 1999 - Milieueffectrapport (MER) glastuinbouwlocatie Grootslag. DHV.

[12] Provincie Noord-Holland, 2005 - Bewust omgaan met water. Ontwerp Provinciaal Waterplan Noord-Holland 2006-2010. Vastgesteld door Gedeputeerde Staten op 21 juni 2005. Haarlem.

[13] Provincie Noord-Holland, 2000 - Natuurdoeltypen in Noord-Holland. De natuurdoelenkaart met toelichting. Provincieaal Bestuur van Noord-Holland. Haarlem.

[14] Provincie Noord-Holland, 2006 - Provinciale Milieuverordening Noord-Holland. Vijfde Tranche.

[15] Zeijpveld, R. en Slingerland, P., 2008 - Basisvegetatiekartering West-Friesland 2007. Hoofdrapport. Staatsbosbeheer/Van de Goes en Groot.

[16] Auteur onbekend, 2007 - Structuurvisie Wervershoof 2020. Samen werken aan de ruimtelijke toekomst. Voorontwerp.

[17] Bodemdaling, Werkgroep Klimaatverandering en, 1997 - Klimaatverandering en bodemdaling : gevolgen voor de waterhuishouding van Nederland : resultaten van een onderzoek in het kader van de voorbereidingen van de vierde Nota Waterhuishouding.

[18] Provincie Noord-Holland, 2007 - Stedelijke (grond)wateropgave provincie Noord-Holland. Inzicht in de stedelijke wateropgave in het algemeen en de aanpak van grondwateroverlast in het bijzonder. Alkmaar.

[19] Oost, A.P. en Klein Punte, P.A.H., 2003 - Autonome morfologische ontwikkeling westelijke waddenzee.

[20] Hannink ir. G., 1984 - Onderzoek in Noord-Holland naar de geotechnische aspecten van de aanleg van de Markerwaard. Laboratorium voor grondmechanica. Delft.

[21] NEN, 1991 - Geotechniek 1990. Basiseisen en belastingen + Wijzigingsblad NEN 6740/A1 (1997). Nederlandse Norm.

[22] IF Technology en Krachtwerktuigen, 1992 - Koudeopslag in de bodem. Vergunningverlening in het kader van de Grondwaterwet. Arnhem, Amersfoort.

[23] VDI, 2000 - VDI-Richtlinien. Thermische Nutzung des Untergrundes. Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte. Düsseldorf.

[24] IF Technology, 2004 - Temperatuureffecten op grondwaterkwaliteit. Samenvatting bestaande kennis. Rapport in opdracht van NOVEM. Arnhem.

Internetsites

i1 www.infomil.nl
i2 www.omringdijk.nl, d.d.23-5-2008.
i3 http://lcw.demis.nl/geografie.aspx, d.d. 24-8-2008
i4 http://www.kaart.nieuwekaart.nl/?page_id=13
i5 http://home.tiscali.nl/~wr2777/Westfriesland-Veen.html

Afkortingen en verklarende woordenlijst

afkorting	verklaring
CKM	Compressie Koelmachine
COP	Coëfficiënt of Performance; Uitdrukking voor het rendement: COP = de energieopbrengst van een proces gedeeld door de benodigde energie.
daliegat	Met veen opgevuld gat met een doorsnede van 2 tot 5 meter in gebieden die nu bestaan uit klei- of zavelgronden. De daliegaten zijn ontstaan door het opgraven van zavel- en kleigronden die onder het veen lagen. Met deze kalkrijke zavel en klei werden de veengronden vruchtbaarder gemaakt. De gaten werden opgevuld met veen en liggen door inklinking inmiddels zo'n 20 tot 50 centimeter lager dan het omliggende land. Daliegaten (een West-Friese term) komen in heel West-Nederland voor.
dT	Delta T; Temperatuurverschil tussen het onttrokken en het geïnfiltreerde grondwater.
FiWiHex	"fine wire heat exchanger"; bepaald type warmtewisselaar
freatisch grondwater	het ondiepe grondwater dat rechtstreeks in verbinding staat met de atmosfeer
geohydrologie	de leer van het voorkomen, het gedrag en de fysische eigenschappen van water in de bodem
GHG	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand
GJ	gigajoules; eenheid voor energie
GLG	Gemiddeld Laagste Grondwaterstand
GWh	GigaWattuur; eenheid voor energie
ha	hectare
isohypsenpatroon	meetkundige verzameling van punten (hoogtelijn) met gelijke grondwaterstand of stijghoogte.
K	Kelvin; eenheid voor temperatuur
kW	kiloWatt; eenheid voor vermogen
kwel	opwaarts gerichte grondwaterstroming
kWh	kilowatt; eenheid voor vermogen
KWO	Koude-/WarmteOpslag, ook wel ondergrondse energieopslag
lux	eenheid van verlichtingssterkte
maaiveld	de oppervlakte van het natuurlijk of aangelegd terrein

m-mv	meters beneden maaiveld
m.e.r.	milieu effect rapportage (de procedure)
MER	Milieu Effect Rapportage (het rapport)
MJ	megajoules; eenheid voor energie
MMA	Meest Milieuvriendelijk Alternatief
Nm^3	de hoeveelheid gas die, bij een temperatuur van nul graden Celsius en onder absolute druk van 1,01325 bar, een volume van één kubieke meter inneemt
MW	megawatt; eenheid voor vermogen
MWh	megawattuur; eenheid voor energie
NAP	Normaal Amsterdams Peil; referentiehoogte waaraan hoogtemetingen in Nederland worden gerelateerd
η	Warmte-rendement: gedeelte van de primaire energie dat wordt omgezet in warmte
REGIS	REgionaal Geohydrologisch Informatie Systeem
SPF	Seasonal Performance Factor; maat voor het energetisch rendement van een systeem in het betreffende seizoen
stijghoogte	een maat voor de waterdruk in het grondwater
subscript e	aanduiding elektrisch vermogen / energie
subscript t	aanduiding thermisch vermogen / energie
WKK	Warmte-Kracht-Koppeling
WP	WarmtePomp
WVP	watervoerend pakket