

Grondwaterstand

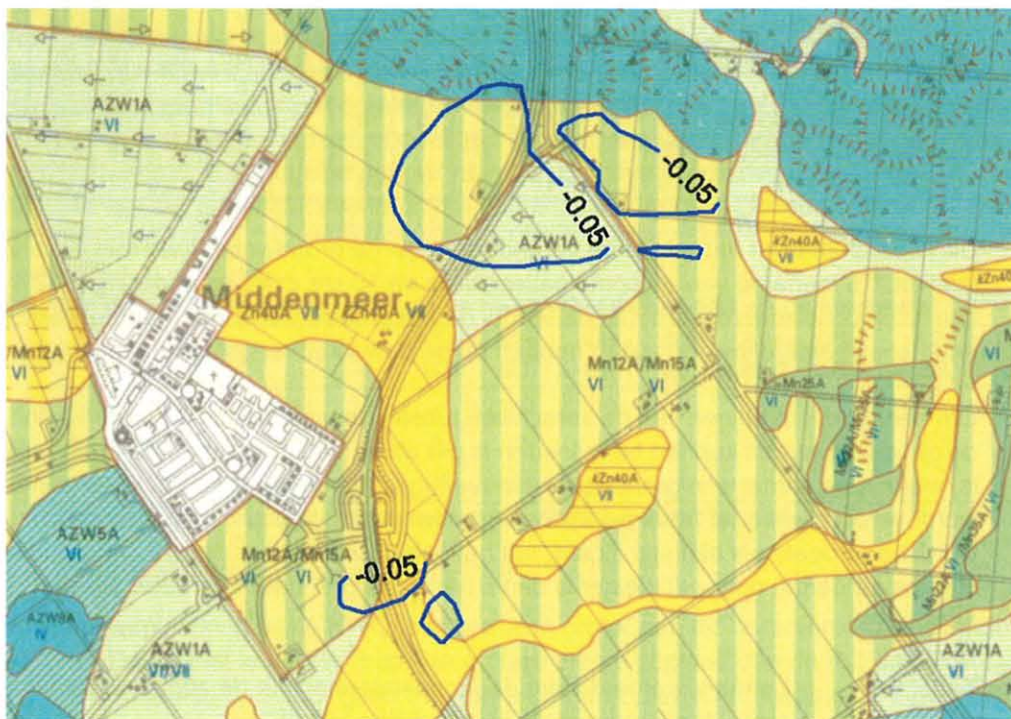
Huidige situatie

De grondwaterstand wordt in belangrijke mate bepaald door de hoogte van het maaiveld en het peil van het oppervlaktewater. De gemiddelde drooglegging (verschil tussen de maaiveldhoogte en het oppervlaktewaterpeil) bedraagt 1,6 m in Agriport 1 en 1,8 m in Agriport 2. De grondwaterstand bevindt zich over het algemeen tussen 0,5 en 1,5 m-mv. Ten westen van Agriport is de drooglegging door het hogere oppervlaktewaterpeil kleiner, tot plaatselijk circa 0,7 m. De grondwaterstand bevindt zich hier dichterbij het maaiveld. Ten noorden en oosten van Agriport is de drooglegging relatief groot.

Invloed KWO, RO en OHB

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 op de grondwaterstand ligt bij alternatief B2 op 1,05 m, bij de referentie alternatieven tussen 2 en 3 cm en bij de andere alternatieven tussen 0,08 en 0,17 m.

De maximale grondwaterstandverandering treedt op ten noorden van Agriport in een gebied met een drooglegging van ongeveer 1,5 m. Deze grondwaterstandverandering is relatief klein en treedt slechts tijdelijk op, zodat geen sprake is van nadelige invloed op de landbouw.



Figuur 5-3 Invloed op grondwaterstand in de zomer voor alternatieven A2+B3, met als ondergrond de bodemkaart [Lit. 5]

Bij de alternatieven waarvoor vergunning gevraagd wordt, is de maximale invloed op de grondwaterstand 0,11 m. In het gebied waar een verandering van meer dan 5 cm kan

optreden zijn volgens de bodemkaart de volgende bodemtypes en grondwatertrappen aanwezig (zie Figuur 5-3):

- Mn12A, grondwatertrap VI
- Mn15A, grondwatertrap VI
- AZW1A, grondwatertrap VI
- Zn40A, grondwatertrap VII
- kZn40A, grondwatertrap VII

Voor de genoemde bodemtypes en grondwatertrappen is de gevoeligheid van de gewasopbrengst berekend aan de hand van de HELP - 200X tabel [Lit. i4] voor de gewassen die in de Wieringermeer veel worden geteeld. Onderstaande tabel geeft hiervan een overzicht.

Tabel 5-28 Overzicht per bodemtype in het beïnvloede gebied van de droogteschade, natschade en combinatieschade, als gevolg een veroorzaakte grondwaterstandverandering van 5 en 10 cm (bij een toename van de fluctuatie)

invloed op grondwaterstand [cm]		bodemtype; grondwatertrap														
		MN12A; VI			MN15A; VI			AZW1A; VI			Zn40A; VII			kZn40A; VII		
		0	5	10	0	5	10	0	5	10	0	5	10	0	5	10
nat- schade [%]	Aardappelen	6	7	8	5	6	7	4	5	6	0	0	0	2	2	3
	Suikerbieten	6	7	8	5	6	7	4	5	6	0	0	0	2	2	3
	Granen	6	7	8	5	6	7	4	5	6	0	0	0	2	2	3
droogte- schade [%]	Aardappelen	3	3	3	2	2	2	7	7	7	28	29	29	24	24	25
	Suikerbieten	2	2	2	1	1	1	5	5	5	19	20	20	18	19	19
	Granen	3	3	3	1	1	1	5	5	6	21	21	22	20	21	22
combinatie- schade [%]	Aardappelen	8	9	10	7	8	9	11	12	13	28	29	29	25	26	27
	Suikerbieten	8	9	10	6	7	8	9	10	11	19	20	20	20	21	21
	Granen	9	9	10	6	7	8	9	11	11	21	21	22	22	23	24

Uit Tabel 5-28 blijkt dat een extra verandering van de grondwaterstand met 5 cm veelal leidt tot 1% toename van de combinatieschade en 10 cm extra verandering tot 2% toename. Geconcludeerd wordt dat de veroorzaakte grondwaterstandveranderingen geen noemenswaardige invloed zullen hebben op de gewasopbrengst in de omgeving.

Om een indruk te krijgen van de verschillen tussen de varianten in de mate waarin deze de gewasopbrengst kunnen beïnvloeden is per alternatief berekend hoe groot het gebied is, waar in de zomer een grondwaterstandverlaging van meer dan 5 of meer dan 10 cm wordt veroorzaakt (zie Tabel 5-29). Een grondwaterstandverandering kleiner dan 5 cm wordt beoordeeld als niet significant. Als het gebied waar meer dan 10 cm grondwaterstandverandering optreedt kleiner is dan 5 hectare wordt dat beoordeeld als niet significant.

Tabel 5-29 Landbouwareaal waar de grondwaterstand in de zomer wordt verlaagd met meer dan 5 respectievelijk meer dan 10 cm

areaal in hectares met:	A1+ B3	A2+ B3	A3+ B3	A0+ B0.1	A0+ B0.2	A2+ B1	A2+ B2	A2+ B3
> 5 cm grondwaterstandverlaging	1.152	138	374	0	0	1.708	1.863	138
> 10 cm grondwaterstandverlaging	157	4	0	0	0	96	138	4

Tabel 5-29 geeft duidelijk aan dat het areaal waar de grondwaterstand kan worden beïnvloed sterk verschilt voor de verschillende alternatieven. De impact van de alternatieven waarvoor vergunning wordt gevraagd (A2 en B3) is het kleinst, afgezien van de referentie-alternatieven. De invloed van de alternatieven waarvoor de initiatiefnemer vergunning vraagt is niet significant.

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. Hierbij moet worden opgemerkt dat in het eerste watervoerende pakket juist extra verzoeting optreedt bij een toename van de kwel vanuit het tweede watervoerende pakket.

De invloed op de jaarlijkse kwel is bij alternatief B2 groot (maximaal 68%), bij alternatief B1 klein (maximaal 2,7%) en bij de overige alternatieven verwaarloosbaar (<1%). Aangezien alle alternatieven, behalve B2, zorgen voor een geringe afname van de netto kwel op jaarbasis zal geen nadelige invloed op de kwaliteit van het ondiepe grondwater optreden. Bij alternatief B2 kan sprake zijn van enige nadelige invloed op de kwaliteit van het ondiepe grondwater. Deze beïnvloeding speelt echter met name binnen Agriport.

Voor de kwaliteit van het oppervlaktewater in het gebied is de kwel een bepalende factor. Uit paragraaf 5.2.6 blijkt dat in de winter extra kwel zal optreden en in de zomer minder kwel. In de zomer is daarom sprake van een positieve invloed op de oppervlaktewaterkwaliteit en in de winter van een nadelige invloed. Aangezien berekening in de zomer wordt toegepast, is in principe sprake van een positieve invloed voor de landbouw. De kwaliteit van het oppervlaktewater in het gebied is echter onvoldoende voor berekening [Lit. 19].

Tabel 5-30 Beoordeling invloed van de KWO, OHB en RO op de landbouw

aspect	A1+ B3	A2+ B3	A3+ B3	A0+ B0.1	A0+ B0.2	A2+ B1	A2+ B2	A2+ B3
invloed op grondwaterstand	-	-/0	-/0	0	0	-	-	-/0
invloed op kwel	0	0	0	0	0	0	-/0	0
totale beoordeling	-/0	0	0	0	0	-/0	-/0	0

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

5.2.14 Interactie KWO, 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 KWO 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 oor-

spronkelijke 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 van grondwater 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 worden de putten van de KWO bij afwezigheid van scheidende lagen tussen watervoerend pakket 2A en het derde watervoerende pakket dieper geplaatst dan wanneer wel scheidende lagen worden aangetroffen (zie bijlage 9).

Voor de verschillende alternatieven is berekend hoe groot de invloed van de KWO is op de grondwaterstroming in het tweede watervoerende pakket. Tabel 5-31 vat de resultaten samen. Opgemerkt moet worden dat een goede voorspelling van de invloed op de grondwaterstroming (op dit lokaal detailniveau) niet mogelijk is, vanwege het ontbreken van gedetailleerde informatie over de bodemopbouw. De exacte verbreiding van de kleilagen van de lokale scheidende laag en de tweede scheidende laag kan bijvoorbeeld bepalend zijn voor de grootte van de invloed op de grondwaterstroming ter plaatse. De in de tabel aangegeven waarden moeten daarom als een zo goed mogelijke inschatting worden beschouwd.

Tabel 5-31 Overzicht berekende maximale invloed van de KWO per alternatief op de grondwaterstroming in het tweede watervoerende pakket

	veroorzaakte verplaatsing [m]		
	zomer	winter	jaartotaal
A1	47	52	5
A2	13	15	1
A3	26	29	3

De snelheid van de natuurlijke grondwaterstroming in het tweede watervoerende pakket bedraagt ter plaatse van het glastuinbouwgebied ongeveer 10 meter per jaar. De seizoensinvloed van de KWO op de grondwaterstroming is daarmee een belangrijke factor voor het rendement van OHB in het tweede watervoerende pakket. De invloed is het kleinst bij alternatief A2 en het grootst bij alternatief A1.

Geconcludeerd wordt dat de KWO het rendement van OHB in het tweede watervoerende pakket plaatselijk nadelig kan beïnvloeden. De verschillen tussen de alternatieven zijn hierbij groot. Opgemerkt moet worden dat verliezen van hemelwater uit de OHB op de lange termijn 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 de invloed van de KWO op de OHB als licht negatief (A2) tot sterk negatief (A1) beoordeeld.

Invloed KWO 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. Bij aanwezigheid van kleilagen (tweede scheidende laag en lokale scheidende laag) zal de invloed van de KWO op de RO (en de OHB) sterk worden beperkt. Om versnelde verzilting van de RO putten te voorkomen ligt het voor hand om de RO putten in de buurt van warme putten te plaatsen. In het Masterplan (zie bijlage 9) zijn hieraan echter geen harde randvoorwaarden verbonden (zeer klein voordeel).

Interactie tussen RO en OHB

In het Masterplan zijn ordeningsregels opgenomen, waarin onder andere de positionering van de RO en OHB putten onderling is omschreven. Hiermee wordt nadelige beïnvloeding van de OHB door de RO en omgekeerd beperkt. Deze ordeningsregels zijn van belang voor het functioneren van de RO en OHB binnen Agriport, maar hebben geen noemenswaardige invloed op de effecten naar de omgeving.

Tabel 5-32 Beoordeling interactie tussen KWO en RO/OHB

aspect	A1+ B3	A2+ B3	A3+ B3	A0+ B0.1	A0+ B0.2	A2+ B1	A2+ B2	A2+ B3
invloed RO en OHB op KWO	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	0	0
invloed KWO op RO en OHB	--	-/0	-	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
totale beoordeling	--	-/0	-	0	0	0	0	0

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

5.3 Thermische effecten

5.3.1 Beschrijving computerprogramma

Er zijn meerdere aspecten die een rol spelen bij warmtetransport, namelijk:

- advection transport (grondwaterstroming);
- vrij convectief transport (dichtheidsstroming);
- geleiding (conductie).

Het grootste gedeelte van het warmtetransport wordt veroorzaakt door het advection 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 dichtheidstroming 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.

5.3.2 Uitgangspunten voor de berekening

De randvoorwaarden in het HstWin-2D-model zijn gebaseerd op de geohydrologische beschrijving in hoofdstuk 4. 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 watervoe-rend pakket beschouwd (geen verticale voeding). Wel vindt warmte-uitwisseling met bo-ven- en onderliggende lagen plaats door middel van geleiding. In

Tabel 5-33 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. 32].

Tabel 5-33 Modelschematisatie HstWin-2D

laag naam	dikte [m]	horizontale doorlatendheid [m/d]	verhang na-tuurlijke stijg-hoogte [%]	warmtegelei-dingcoëfficiënt [W/(mK)]	warmte capaciteit [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 5-34 zijn de drie alternatieven voor energieopslag thermisch doorgerekend met het programma HstWin-2D.

Tabel 5-34 Onttrekkings-/infiltratiepatroon

seizoen	bedrijfstoestand	onttrekken uit	infiltreren in	water-verplaatsing [m³ per jaar]	infiltratie temperatuur [°C]
zomer	warmtelevering	koud	warm	90.000.000	7
winter	koudelevering	warm	koud	100.000.000	28

5.3.3 Resultaten thermische berekeningen

De berekende temperaturen na 20 jaar koude-/warmteopslag zijn weergegeven in figuur #18 t/m #23. De natuurlijke grondwatertemperatuur in 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 0,5 °C. Voor alle alternatieven geldt dat na 20 jaar een temperatuurverandering van 0,5 °C in het opslagpakket mogelijk is tot maximaal 300 meter vanaf de grens van de projectlocatie.

Thermisch functioneren

In de thermische berekeningen is voor alle alternatieven uitgegaan van een vaste infiltra-tietemperatuur en een vaste waterverplaatsing voor zowel de zomer als de winter (Tabel 5-34). Op basis de berekeningsresultaten is per alternatief de geleverde hoeveelheid energie vastgesteld en vergeleken met het functioneren met het theoretisch maximaal haalbare. De geleverde energie wordt bepaald door het verschil tussen de gemiddelde onttrekkingstemperatuur en de (vaste) infiltratietemperatuur in combinatie met de hoe-veelheid water die wordt verplaatst. Tabel 5-35 geeft de resultaten van de berekeningen weer.

Tabel 5-35 Gemiddeld geleverde hoeveelheid energie per alternatief na 5, 10 en 20 jaar KWO [GWht]

	zomerseizoen			winterseizoen		
	theoretisch maximum *	berekend	verlies	theoretisch maximum *	berekend	verlies
<i>5^e jaar</i>						
Alternatief 1	2.192	1.952	10,9%	2.256	2.074	8,1%
Alternatief 2	2.192	2.035	7,2%	2.256	2.046	9,3%
Alternatief 3	2.192	2.025	7,6%	2.256	2.104	6,7%
<i>10^e jaar</i>						
Alternatief 1	2.192	2.038	7,0%	2.256	2.111	6,4%
Alternatief 2	2.192	2.071	5,5%	2.256	2.079	7,8%
Alternatief 3	2.192	2.079	5,2%	2.256	2.129	5,6%
<i>20^e jaar</i>						
Alternatief 1	2.192	2.089	4,7%	2.256	2.128	5,7%
Alternatief 2	2.192	2.087	4,8%	2.256	2.093	7,2%
Alternatief 3	2.192	2.108	3,8%	2.256	2.139	5,2%

* 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. 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.

Tabel 5-36 Beoordeling thermisch functioneren

aspect	A0	A1	A2	A3
thermisch functioneren	0	+	+	+

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

5.3.4 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. 18].

Invloed KWO

In de omgeving van de putten van de KWO zal de temperatuur van het grondwater en het sediment (in geringe mate) toenemen (bij de warme putten) of afnemen (bij de koude putten). 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. 33].

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 de 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 putten 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 monsternam 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 put (als water met een hoge temperatuur wordt geïnfilteerd, 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 5-37 Beoordeling thermische invloed op de grondwaterkwaliteit

aspect	A0	A1	A2	A3
invloed op grondwaterkwaliteit	0	0	0	0

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

5.3.5 Invloed op andere onttrekkingen

Binnen het thermische invloedsgebied bevinden zich alleen grondwateronttrekkingen die verband houden met het voornemen (KWO, RO en OHB) en enkele gas- en beregeningsbronnen. De gas- en beregeningsbronnen buiten Agriport bevinden zich in watervoerend pakket 2A. De invloed op de grondwatertemperatuur in watervoerend pakket 2A zal aanzienlijk kleiner zijn dan in het derde watervoerende pakket. Een beperkte beïnvloeding van de grondwatertemperatuur heeft geen nadelige gevolgen voor de gas- en beregeningsbronnen.

Tabel 5-38 Beoordeling thermische invloed op andere onttrekkingen

aspect	A0	A1	A2	A3
invloed op grondwaterkwaliteit	0	0	0	0

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

5.3.6 Invloed op landbouw en natuurwaarden

Binnen het thermische invloedsgebied van de energieopslag bevinden zich geen gebieden met hoge natuurwaarden.

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 energieopslag op de grondwatertemperatuur blijft beperkt tot de directe omgeving van de projectlocatie. Voor alle alternatieven geldt dat de grondwatertemperatuur rond de koude putten afneemt met maximaal 5,5 °C en rond de warme putten toeneemt met maximaal 15,5 °C. Bij een dikte van de bodemlagen boven de warme en koude bellen van 70 m en een gemiddelde warmtegeleidingscoëfficiënt van 2,2 W/mK voor de bodem tussen 0 en 70 m-mv, kan een netto warmtestroom worden berekend van 0,17 W/m² bij de koude putten en 0,49 W/m² bij de warme putten. Deze warmtestroom is bij de koude putten neerwaarts gericht en bij de warme putten 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 energieopslag treden dan ook niet op. Er zijn dan ook geen thermische effecten op natuurwaarden of landbouw aan maaiveld.

Tabel 5-39 Beoordeling thermische invloed op natuurwaarden en landbouw

aspect	A0	A1	A2	A3
invloed op natuur en landbouw	0	0	0	0

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

5.4 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 de stijghoogte. Veelal wordt de stijghoogte in de put gemonitord en zijn daaraan onderhouds- en alarmniveaus gekoppeld. Dit is bedoeld om een eventuele putverstopping 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 gebouwbeheersysteem 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 tussen 0,18 en 0,44 m voor de verschillende KWO, RO en OHB alternatieven. Bij alternatief B2 is de invloed in het eerste watervoerende pakket met 2,85 m aanmerkelijk groter. Deze verhogingen treden echter vooral op binnen Agriport. In de referentiesituatie bedraagt de maximale stijghoogteverandering in het eerste watervoerende pakket 0,13 à 0,14 m. De veroorzaakte stijghoogteveranderingen vormen geen belemmering voor eventuele nieuwe grondwateronttrekkingen in de omgeving, 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 met name gas- en beregeningsbronnen en daarnaast één industriële onttrekking en één noodvoorziening (sprinklerinstallatie). Het gebied waar de stijghoogte met 10 cm of meer wordt beïnvloed reikt bij de verschillende alternatieven tot 4,5 à 7,2 km. In dit gebied is als gevolg van het voornemen sprake van enige extra fluctuatie van de stijghoogte. Zolang een eventuele nieuwe onttrekking hier rekening mee houdt, vormt deze extra fluctuatie van de stijghoogte geen belemmering.

Voor de toekomst wordt ook rekening gehouden met mogelijke nieuwe KWO-systemen in de omgeving, bijvoorbeeld bij de woningbouwplannen ten zuidwesten en ten noordoosten van Middenmeer. 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. De uitbreidingen die gepland zijn bij Middenmeer bevinden zich op ten minste 800 meter vanaf de rand van Agriport. De invloed ter plaatse zal vele malen kleiner zijn dan de interactie die binnen het glastuinbouwgebied optreedt tussen de KWO-systemen van de verschillende bedrijven. Het voornemen levert dan ook geen beperking op voor eventuele initiatieven op het gebied van KWO bij deze woningbouwlocaties. Wel dient bij het ontwerp rekening gehouden te worden met de effecten van de grondwateronttrekkingen bij Agriport.

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 de dan ook de voorkeur. De invloed op de horizontale grondwaterstroming in het tweede watervoerende pakket en in het derde watervoerende pakket is voor de verschillende alternatieven vergelijkbaar. Op basis van de invloed op de grondwaterstroming is er geen duidelijke voorkeur voor één van de alternatieven. De alternatieven waarvoor vergunning gevraagd wordt (A2 en B3) hebben de kleinste impact op de grondwaterstroming in de omgeving. De veroorzaakte seizoensinvloeden kunnen effecten van betekenis opleveren voor OHB-systemen binnen 2,5 km van de locatie. Dit effect is eenvoudig te ondervangen door een goed ontwerp. Binnen Agriport, waar de effecten veel groter zijn dan buiten Agriport, wordt dit immers ook gedaan.

De invloed op de grondwaterstroming is voor eventuele nieuwe KWO-systemen alleen relevant als deze op zeer korte afstand van Agriport komen (< 300 meter).

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.

Ook voor de thermische interactie is geen beschermingszone of boringsvrije zone noodzakelijk. Wellicht zijn er zelfs kansen voor samenwerking op het gebied van energie of ondergronds ruimtegebruik indien een partij op korte afstand van Agriport gebruik wil maken van het grondwater.

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 5.3.4). 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.

Gevolgen voor nieuwe ondergrondse infrastructuur

De alternatieven waarvoor vergunning wordt gevraagd (A2 en B3) hebben een zeer beperkte invloed op de grondwaterstand, die bovendien beperkt blijft tot een relatief klein gebied. Gezien de beperkte invloed op de grondwaterstand zijn er geen belemmeringen voor eventuele nieuwe ondergrondse infrastructuur. Bij de andere alternatieven geldt hetzelfde, hoewel de grootte van het beïnvloedde gebied wel significant kan verschillen (zie ook paragraaf 5.2.13).

Tabel 5-40 Beoordeling gevolgen KWO, RO en OHB voor ondergronds ruimtegebruik

aspect	A1+ B3	A2+ B3	A3+ B3	A0+ B0.1	A0+ B0.2	A2+ B1	A2+ B2	A2+ B3
gevolgen voor nieuwe onttrekkingen	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0
gevolgen voor nieuwe ondergrondse infrastructuur	0	0	0	0	0	0	0	0
totale beoordeling	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0

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

6 Beoordeling van de alternatieven

6.1 Vergelijking van de alternatieven

De verschillende alternatieven zijn vergeleken met de referentiesituatie (systeem met WKK en ketels voor de klimaatvoorziening en toepassing van RO en OHB in Agriport 1 voor de gietwatervoorziening) op basis van milieuaspecten. Het bepalen van de milieuwinst/verlies is slechts beperkt mogelijk, omdat verschillende soorten effecten/aspecten tegen elkaar afgewogen moeten worden. Hoe verhoudt een grondwaterstandverandering zich bijvoorbeeld tot een CO₂-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 6-1. De onderbouwing van de scores van de verschillende aspecten die in Tabel 6-1 bij elkaar worden opgeteld is gegeven in Tabel 6-2 t/m Tabel 6-5. 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 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 6-1 Totaalbeoordeling alternatieven op milieueffecten

aspect	zie tabel	A1+ B3	A2+ B3	A3+ B3	A0+ B0.1	A0+ B0.2	A2+ B1	A2+ B2
score hydrologische effecten	6.2	-2	0	0	+0,5	+0,5	-2	-4
score thermische effecten	6.3	+1	+1	+1	0	0	+1	+1
score gevolgen ondergronds ruimtegebruik	6.4	-0,5	-0,5	-0,5	0	0	-0,5	-0,5
score energieverbruik en CO ₂ -emissie	6.5	+2	+2	+2	0	0	+2	+2
productie gietwater uit IJsselmeerwater en transport naar Agriport 2 *	-	0	0	0	-0,5	-0,5	0	0
totaalscore		+0,5	+2,5	+2,5	0	0	+0,5	-1,5

* in de referentie vindt zuivering van IJsselmeerwater tot gietwaterkwaliteit en transport naar de bedrijven in Agriport 2 plaats. De milieueffecten hiervan worden beoordeeld als licht negatief.

Tabel 6-2 Overzicht beoordeling per alternatief van de gevolgen van de hydrologische effecten veroorzaakt door de KWO, RO en OHB

aspect	zie tabel	A1+ B3	A2+ B3	A3+ B3	A0+ B0.1	A0+ B0.2	A2+ B1	A2+ B2
grondwaterstroming en grondwaterstand	5.17	-/0	0	0	0	0	-/0	-
kwaliteit grondwater en oppervlaktewater	5.18	0	0	0	+/0	+/0	0	-/0
bebouwing en infrastructuur	5.20	0	0	0	0	0	0	-
archeologische waarden	5.21	0	0	0	0	0	0	0
andere onttrekkingen	5.25	-/0	0	0	0	0	-/0	-/0
bodem- en grondwaterverontreinigingen	5.26	0	0	0	0	0	0	0
natuurwaarden	5.27	0	0	0	0	0	0	0
landbouw	5.30	-/0	0	0	0	0	-/0	-/0
interactie KWO, RO en OHB	5.32	-/0	0	0	0	0	-/0	-/0
totale score hydrologische effecten		-2	0	0	+0,5	+0,5	-2	-4

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

Tabel 6-3 Overzicht beoordeling per alternatief van de gevolgen van de thermische effecten veroorzaakt door de KWO

aspect	zie tabel	A0	A1	A2	A3
thermisch functioneren	5.36	0	+	+	+
invloed op grondwaterkwaliteit	5.37	0	0	0	0
invloed op ander onttrekkingen	5.38	0	0	0	0
invloed op natuur en landbouw	5.39	0	0	0	0
totale score thermische effecten		0	+1	+1	+1

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

Tabel 6-4 Beoordeling gevolgen KWO, RO en OHB voor ondergronds ruimtegebruik

aspect	zie tabel	A0	A1	A2	A3
gevolgen voor ondergrondse ruimtegebruik	5.40	0	-/0	-/0	-/0
totale score gevolgen ondergronds ruimtegebruik		0	-0,5	-0,5	-0,5

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

Tabel 6-5 Beoordeling energieverbruik en CO₂-emissie

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

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

De totale score per alternatief geeft aan hoe milieuvriendelijk het alternatief is en hoe het alternatief zich verhoudt tot de referentie. De combinaties van de alternatieven A2+B3 en A3+B3 hebben de hoogste score en worden als meest milieuvriendelijke alternatieven (MMA) beschouwd. De lager scores voor de andere alternatieven worden veroorzaakt door grotere hydrologische effecten. Bij alternatief A1 treden relatief grote hydrologische effecten op als gevolg van een (voor dit aspect) ongunstige positionering van de KWO-putten. De relatief grote hydrologische effecten bij de alternatieven B1 en B2 treden op doordat het overgebleven water van de RO niet bovenin het derde watervoerende pakket wordt geïnfiltreerd, maar wordt geloosd op het oppervlaktewater (alternatief B1) of geïnfiltreerd in het eerste watervoerende pakket (alternatief B2).

Met dit MER wordt vergunning gevraagd voor de combinatie van de alternatieven A2+B3. In dit geval valt één van de meest milieuvriendelijke alternatieven samen met het voorkeursalternatief (VKA). In de volgende paragraaf wordt ingegaan op de mogelijkheden om het VKA verder te optimaliseren.

6.2 Optimalisatiemogelijkheden

Positionering van de putten

In het kader van het Masterplan heeft optimalisatie van het puttenveld plaatsgevonden. Uit de uiteindelijke beoordeling komt dit alternatief als één van de meest milieuvriendelijk alternatieven naar voren, met name op basis van relatief kleine hydrologische effecten en een compact hydrologisch invloedsgebied. Het voorkeursalternatief heeft bij alle thema's een score die hoger is of gelijk aan die van de andere alternatieven (afgezien van de referentie). De referentie scoort alleen hoger op het ondergronds ruimtegebruik, maar slechter op alle andere thema's. De optimalisatiemogelijkheden zijn dan ook minimaal.

Beperking 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.

Een ander aspect is dat de toegepaste componenten efficiënter worden. De COP's van warmtepompen zullen bijv. verder stijgen, waardoor minder elektriciteit nodig is voor het opwekken van eenzelfde hoeveelheid warmte. Hierdoor zal de energievraag van het gewas niet beïnvloedt worden, maar wel is de benodigde opwekkingsenergie lager. Uiteindelijk zullen hierdoor ook de milieueffecten kleiner worden.

De energievraag van het gewas hangt sterk samen met het type 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 die de glastuinbouwsector heeft gemaakt op dit vlak en de toenemende energieprijzen. In hoeverre een beperking van de energievraag kan worden bewerkstelligd door het uitbreiden van het pakket bouwkundige energiebesparende maatregelen, zal mede afhankelijk zijn van de bijbehorende kosten en de gevolgen daarvan voor de financiële rentabiliteit van KWO.

Optimalisatie temperatuurniveau warmteopslag

In dit MER is voor de gemiddelde infiltratietemperatuur in de zomer een maximale waarde van 28 °C aangehouden. Het temperatuurniveau van 28 °C is met de huidige technieken te laag om direct in de kas te kunnen toepassen voor verwarming. Daardoor is de inzet van warmtepompen noodzakelijk. Nadeel hiervan is dat deze een grote hoeveelheid elektriciteit verbruiken. Nieuwe ontwikkelingen in de afgiftesystemen in de kas kunnen het in de toekomst mogelijk maken om zonder tussenkomst van de warmtepomp de kas te verwarmen. Daarvoor is het gewenst naar hogere opslagtemperaturen te gaan. Bijkomend voordeel is dat bij het vergroten van het temperatuurverschil tussen de koude en warme putten meer energie kan worden geleverd uit dezelfde hoeveelheid water. Een belangrijk knelpunt is momenteel nog de mogelijkheid om de warmte op een hoger temperatuurniveau te oogsten. Bij een streef temperatuur van 22 °C in de kas is het moeilijk om warmte van 30 °C te oogsten (bovenin de kas) en daarbij de kas voldoende te koelen. Het opslaan van hoogwaardige warmte uit andere bronnen kan ook interessant zijn, bijvoorbeeld warmte van een WKK of een proces op het bedrijventerrein voor Agribusiness en Logistiek.

Op dit moment is het beleid van veel provincies dat KWO-systemen met infiltratietemperaturen boven de 25 °C niet zonder meer vergunbaar zijn, met als belangrijkste argument dat er onvoldoende kennis zou zijn over de gevolgen voor de grondwaterkwaliteit. Gezien de grote potentie die de opslag met hogere temperaturen biedt voor de energiebesparing is dit een belangrijke optie om KWO verder te verduurzamen. Indien (eventueel uit toekomstig onderzoek) blijkt dat er geen negatieve effecten zijn op de waterkwaliteit, zou er binnen de vergunningverlening ruimte moet zijn om een hogere opslagtemperatuur dan 28 °C mogelijk te maken.

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 (veel) 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. Daarbij zijn de bedrijven op Agriport dermate groot, dat dit clusters op zich zijn en de kansen die daarmee gepaard gaan ook grotendeels door de bedrijven benut worden.

Verschuiving in systemen voor 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 watervervplaatsing van de KWO te 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 energieverliezen tot gevolg. Het verhogen van waterverplaatsing van de KWO is daarom niet realistisch.

Reduceren gietwatervraag

De gietwatervraag kan worden beperkt door te kiezen voor gewassen met een lage gietwatervraag. Het is echter niet de bedoeling om met dit MER de keuzevrijheid voor de te telen gewassen te beperken. In dit MER is rekening gehouden met de gewassen die in het gebied geteeld gaan worden. Ook het beperken van de belichting van de gewassen kan de gietwatervraag reduceren, maar ook dat levert ongewenste beperkingen op voor de glastuinbouwbedrijven.

Een andere manier om de netto gietwatervraag te beperken is het zo lang mogelijk recirculeren van het gietwater. Binnen Agriport wordt hieraan vorm gegeven door uit te gaan van een goede gietwaterkwaliteit: het gietwater kan hierdoor optimaal worden gerecirculeerd [Lit. 4]. Het nog verder terugbrengen van het gietwaterverbruik kan bijdragen aan het verder terugdringen van de effecten, maar valt buiten de scope van dit MER.

Tot slot zal ook de toepassing van de (semi-)gesloten kas het gietwaterverbruik beperken. Dit MER is een aanzet om hiertoe te komen.

7 Procedurele inpassing

Met dit MER vraagt de VVE vergunning voor KWO, RO en OHB in Agriport. Nadat de vergunning is afgegeven doet de VVE geen vergunningaanvragen meer, maar meldingen voor het feitelijk slaan van putten. Voor de exacte bronlocaties en debieten wordt een melding gedaan bij het bevoegd gezag (provincie Noord-Holland). Het MER vormt daarvoor de volledige onderbouwing, onder voorwaarde dat de aanvraag binnen de kaders valt. Wijkt de vergunning af van de kaders, dan kan de Provincie oordelen dat hiervoor een aanvullende onderbouwing noodzakelijk is.

De verschillende grondwatersystemen worden niet geëxploiteerd door de VVE, maar door de individuele glastuinbouwbedrijven. De VVE zal de glastuinbouwbedrijven hiervoor een concessie geven. De VVE blijft verantwoordelijk voor de monitoring die aan de vergunning verbonden is en de naleving en rapportage richting de provincie Noord-Holland.

8 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 watervoorvoerende 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). Dit kan met name van belang zijn voor de interactie tussen de verschillende systemen binnen Agriport.

Grondwaterkwaliteit

De informatie over de grondwaterkwaliteit in de Wieringermeer is beperkt. De exacte verbreiding van zoet, brak en zout grondwater bevat daardoor enige onzekerheden. Dit is vooral van belang voor de invloeden op de grondwaterkwaliteit en de levensduur van de zoetwatervoorraad in watervoerend pakket 2A. Door plaatsing van de (monitorings)putten binnen Agriport 1 is deze kennis al verder toegenomen. Bij plaatsing van de nieuw monitoringsputten en putten ten behoeve van KWO-, RO- en OHB neemt deze kennis nog verder toe.

Toepassingsgraad KWO, RO en OHB

In dit MER is uitgegaan van 100% toepassing van KWO, RO en OHB in de eindsituatie. In hoeverre en wanneer de bedrijven daadwerkelijk gebruik gaan maken van deze technieken is onzeker. Eén en ander zal sterk samenhangen met de economische haalbaarheid van de technieken ten opzichte van andere oplossingen. Verder is aangenomen is dat op termijn het "Opperdoezer Ronde gebied" bij het glastuinbouwgebied wordt gevoegd en ook hier KWO, RO en OHB worden toegepast. Of hier glastuinbouw komt is nog onzeker.

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

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 klimatologische omstandigheden afwijken van de verwachting. In dit MER is uitgegaan van relatief grote energielevering met het KWO-systeem, zodat sprake is van een worst-case benadering.

9 Voorstel evaluatieprogramma

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

In Agriport 1 zijn in samenspraak met de provincie Noord-Holland op vijf locaties monitoringsputten geplaatst om de effecten van de gietwateronttrekkingen te kunnen meten. Deze meetputten kunnen ook worden gebruikt om de effecten van het voornemen uit dit MER te monitoren. Voorgesteld wordt om het monitoringsnet uit te breiden met vier putten in Agriport 2:

- één put (15 à 20 m diep) met filters in de deklaag en het eerste watervoerende pakket aan de westkant van de Tussenweg;
- één put (15 à 20 m diep) met filters in de deklaag en het eerste watervoerende pakket aan de oostkant van de Tussenweg;
- één put (ca 70 m diep) met filters in de deklaag, het eerste, tweede en derde watervoerende pakket aan de westzijde van de Westermiddenmeerweg;
- één put (ca 70 m diep) met filters in de deklaag, het eerste, tweede en derde watervoerende pakket aan de oostzijde van de Westermiddenmeerweg.

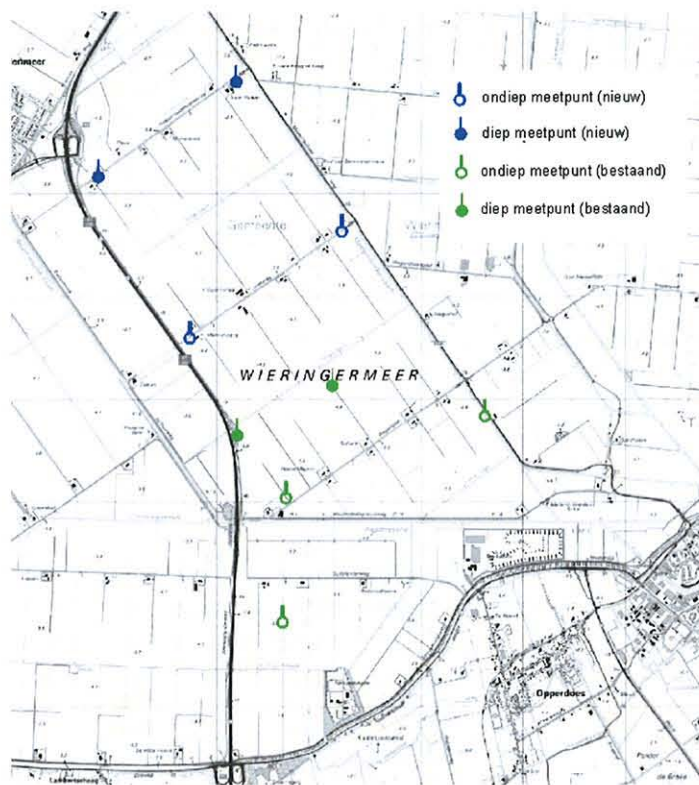
Figuur 9-1 geeft een overzicht van de voorgestelde locaties van de monitoringsputten. De aangegeven locaties zijn indicatief. Gestreefd wordt naar locaties net buiten Agriport A7. Eén en ander is mede afhankelijk van de toestemming van de betreffende grondeigenaren.

Doel van de meetputten is het monitoren van de grondwaterstand, de stijghoogte en de grondwaterkwaliteit. Hierbij wordt de grondwaterstand en stijghoogte ten minste een 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.

Onttrekkings-/infiltratieproef

Bij een onttrekkings-/infiltratieproef wordt het koude-/warmteopslagsysteem (vanuit stilstand) gedurende enige tijd op maximale capaciteit aan gezet, waarbij tijdens en na af-

loop van de proef de invloed op de stijghoogten en grondwaterstanden 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.



Figuur 9-1 locaties monitoringsputten

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 KWO-systemen 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. Bij de KWO is het dan ook gewenst de onttrokken en geïnfilterde 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] Gemeente Wieringermeer, KAW en Arcadis, 2006 - Structuurplan Gemeente Wieringermeer.
- [2] Provincie Noord-Holland, 2000 - Natuurdoeltypen in Noord-Holland. De natuurdoelenkaart met toelichting. Provinciaal Bestuur van Noord-Holland. Haarlem.
- [3] Witteveen en Bos, 2005 - Geohydrologisch onderzoek Wieringerrandmeer, eindrapportage. Deventer.
- [4] Mijnders, ir. I.L., Jonker, drs. R.J. en Hoeven, drs. G. van der, 2005 - Milieueffectrapportage Agriport A7. Grontmij. Alkmaar.
- [5] Rosing, H., 1995 - Bodemkaart van Nederland 1:50000. Blad 9 West Texel (gedeeltelijk) -14 West Medemblik. Blad 14 Oost Medemblik -15 West Stavoren (Noord-Hollands gedeelte). Blad 9 West Alkmaar. Sc-dlo.
- [6] Mijnders, ir. I.L., Jonker, drs. R.J. en Hoeven, drs. G. van der, 2005 - Milieueffectrapportage Agriport A7, bijlagenrapport. Grontmij. Alkmaar.
- [7] Grontmij, 2006 - Milieueffectrapportage Agriport A7, aanvulling op het MER. Alkmaar.
- [8] Provincie Noord-Holland, 2008 - Richtlijnen voor het milieueffectrapport Grondwateronttrekking voor de klimaat- en gietwatervoorziening van Agriport A7 te Wieringermeer. Haarlem.
- [9] Energy Quest Consultancy, 2008 - Grondwateronttrekking voor het klimaat en de energievoorziening van Agriport A7. Ontwikkeling energievarianten. Leidschendam.
- [10] Witteveen en Bos, 2007 - Startnotitie m.e.r. uitbreiding Agriport A7. Deventer.
- [11] Makkinga, ir. A. en Kramer, drs. M., 2005 - Masterplan grondwateronttrekkingen glastuinbouw Agriport A7. Grontmij. Alkmaar.
- [12] Lekahena, drs. E.G., 1980 - Grondwaterkaart van Nederland, Medemblik. Kaartbladen 9D, 15C, 14 Oost en 14 West. Inventarisatierapport. Dienst Grondwaterverkenning TNO, Delft.
- [13] RGD, Dienst Grondwaterverkenning TNO, Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA, Rijkswaterstaat, Directie Flevoland en Provincie Flevoland, 1991 - Geohydrologische Atlas IJsselmeergebied. Lelystad.
- [14] Someren, drs. M.H. van, 2001 - De kwel- en infiltratiekaart van Noord-Holland. van Someren bodem en water consultancy. Wijk aan Zee.
- [15] 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 nutriënten- en chloridebelasting van het oppervlaktewater. Wageningen

- [16] Copray, S., 2007 - Onttrekkingssystemen Agriport A7. Analyse pompproeven Wagenpad 14 te Middenmeer. Grontmij. Alkmaar.
- [17] Witteveen en Bos, 2008 - Milieueffectenrapport uitbreiding Agriport A7 definitief. Deventer.
- [18] 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.
- [19] Grontmij, 2008 - Watertoets Agriport A7, fase 2. Alkmaar.
- [20] Boogert, D., Eerden, R. van, Huisman, H. en Isarin, R., 2006 - Het behoud van archeologische monumenten. (versie 1.0). Nationale onderzoeksagenda archeologie.
- [21] Provincie Noord-Holland, 2005 - Bewust omgaan met water. Ontwerp Provinciaal Waterplan Noord-Holland 2006-2010. Vastgesteld door Gedeputeerde Staten op 21 juni 2005. Haarlem.
- [22] Provincie Noord-Holland, 2006 - Provinciale Milieuverordening Noord-Holland. Vijfde Tranche.
- [23] 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.
- [24] 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.
- [25] Provincie Fryslan, 2007 - Aard en omvang van de funderingsproblematiek in Friese veenweidegebieden. Leeuwarden.
- [26] Min. VROM, 2000 - Aantasting houten paalfunderingen van woningen. Min. VROM. Nieuwegein.
- [27] Dordrecht, Belangenvereniging Funderingsproblematiek, 2005 - Publicatie BVFP. Verhoging grondwater in infiltratiegebieden. Dordrecht.
- [28] Oost, A.P. en Klein Punte, P.A.H., 2003 - Autonome morfologische ontwikkeling westelijke waddenzee.
- [29] Hannink ir. G., 1984 - Onderzoek in Noord-Holland naar de geotechnische aspecten van de aanleg van de Markerwaard. Laboratorium voor grondmechanica. Delft.
- [30] NEN, 1991 - Geotechniek 1990. Basiseisen en belastingen + Wijzigingsblad NEN 6740/A1 (1997). Nederlandse Norm.
- [31] IF Technology en Krachtwerktuigen, 1992 - Koudeopslag in de bodem. Vergunningverlening in het kader van de Grondwaterwet. Arnhem, Amersfoort.

- [32] VDI, 2000 - VDI-Richtlinien. Thermische Nutzung des Untergrundes. Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte. Düsseldorf.
- [33] IF Technology, 2004 - Temperatureffecten op grondwaterkwaliteit. Samenvatting bestaande kennis. Rapport in opdracht van NOVEM. Arnhem.

Internetsites

- [i1] www.knmi.nl
- [i2] www.nieuwekaart.nl
- [i3] <http://home.tiscali.nl/~wr2777/Westfriesland-Veen.html>
- [i4] <http://help200x.alterra.nl>

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
GLG	Gemiddeld Laagste Grondwaterstand
ha	hectare
isohypsenpatroon	meetkundige verzameling van punten (hoogtelijn) met gelijke grondwaterstand of stijghoogte.
K	Kelvin; eenheid voor temperatuur
kW / MW	kilo / mega Watt; eenheid voor vermogen
kwel	opwaarts gerichte grondwaterstroming
kWh / MWh / GWh	kilo / mega Watt; eenheid voor vermogen
KWO	Koude-/WarmteOpslag, ook wel ondergrondse energieopslag
lux	eenheid van verlichtingssterkte
maaveld	de oppervlakte van het natuurlijk of aangelegd terrein
m-mv	meters beneden maaiveld

afkorting

m.e.r.

MER

MJ / GJ

MMA

Nm³

NAP

 η

REGIS

SPF

stijghoogte

subscript e

subscript t

VKA

WKK

WP

WVP

verklaring

milieu effect rapportage (de procedure)

Milieu Effect Rapportage (het rapport)

mega / giga Joules; eenheid voor energie

Meest Milieuvriendelijk Alternatief

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

Normaal Amsterdams Peil; referentiehoogte waaraan hoogtemetingen in Nederland worden gerelateerd

Warmte-rendement: gedeelte van de primaire energie dat wordt omgezet in warmte

REgionaal Geohydrologisch Informatie Systeem

Seasonal Performance Factor: de verhouding tussen de geleverde thermische energie in een seizoen en de daarvoor ingezette elektrische energie (ook wel de gemiddelde COP over het seizoen)

een maat voor de waterdruk in het grondwater

aanduiding elektrisch vermogen / energie

aanduiding thermisch vermogen / energie

Voorkeursalternatief: alternatief dat de voorkeur heeft van de initiatiefnemer

Warmte-Kracht-Koppeling

WarmtePomp

watervoerend pakket