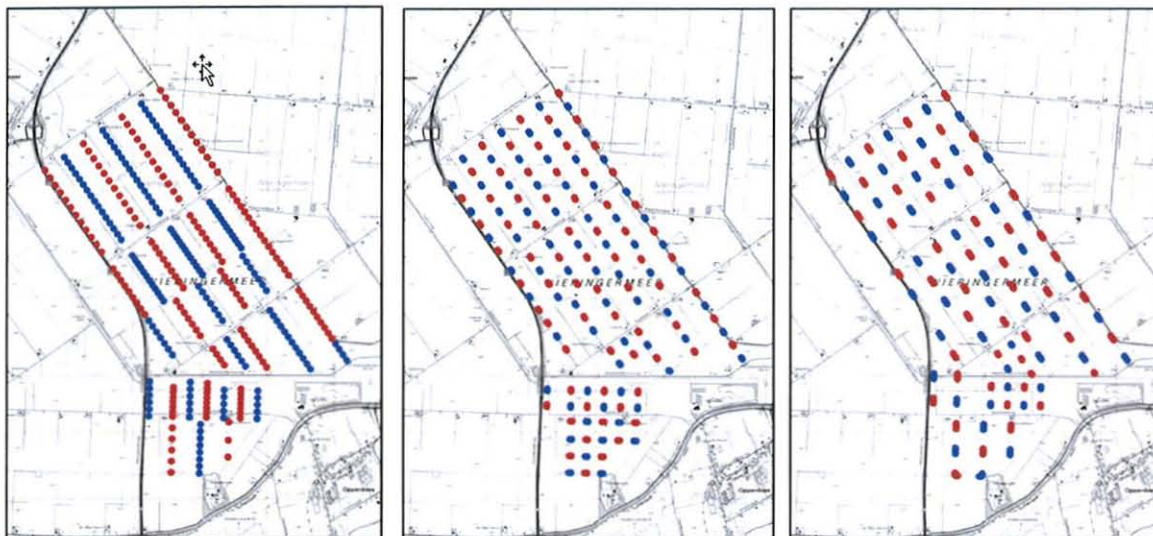




Figuur 4-7 Locaties putten voor respectievelijk alternatief A1 (links), A2 (midden) en A3 (rechts). Een rode stip is een warme put en een blauwe stip een koude put.

4.5 Referentiesituatie en alternatieven: gietwatervoorziening

De alternatieven voor de gietwatervoorziening gaan (behalve bij de referentiesituatie) uit van de uitgangspunten uit Tabel 2-4. Dit betekent een maximale onttrekking van 2.318.000 m³ voor de OHB en 4.200.000 m³ voor de RO (en 2.100.000 m³ infiltratie).

Ook hier zijn er vele mogelijkheden voor de locaties van de putten, maar nu is de situering van de putten veel minder bepalend voor de milieueffecten. De putten voor de gietwatervoorziening zijn uit praktische overwegingen geplaatst in de stroken langs de wegen, waar ook de bassins gepland zijn. De putten mogen ook wat verder van de wegen geplaatst worden als dat praktischer is of wenselijk in verband met onderlinge afstanden. Conform de "Richtlijnen voor het milieueffectrapport" zijn drie alternatieven uitgewerkt, waarbij gevarieerd is in de situering van de putten in het gebied en de bestemming van het overgebleven water uit de RO.

4.5.1 Alternatief B0 – Referentiesituatie

Voor de referentiesituatie wordt uitgegaan van de autonome ontwikkeling, waarbij het voornemen voor wat betreft de gietwateronttrekkingen (RO en OHB) niet wordt gerealiseerd. Het glastuinbouwgebied is vastgelegd in het Structuurplan van de gemeente Wieringermeer en maakt onderdeel uit van de autonome ontwikkeling. De benodigde aanpassing van het Bestemmingsplan is voor Agriport 2 echter nog niet doorgevoerd: hier wordt momenteel een m.e.r.-procedure voor doorlopen. Voor Agriport 1 is het Bestemmingsplan gereed en zijn de grondwateronttrekkingen voor de gietwatervoorziening vastgelegd in het Masterplan grondwateronttrekkingen dat door de Provincie als beleid is vastgesteld.

Als referentie voor de gietwatervoorziening van het glastuinbouwgebied zijn twee alternatieven beschouwd:

Alternatief B0.1 Agriport 1 wordt gerealiseerd, inclusief grondwateronttrekkingen voor de gietwatervoorziening. Agriport 2 wordt niet gerealiseerd en blijft akkerbouw. De gas- en beregeningsbronnen in Agriport 1 worden gesloten en blijven in stand in het gebied van Agriport 2.

Alternatief B0.2 Agriport 1 en 2 worden gerealiseerd. In Agriport 1 worden de grondwateronttrekkingen voor de gietwatervoorziening gerealiseerd, maar in Agriport 2 niet. De gas- en beregeningsbronnen in Agriport 1 en 2 worden gesloten.

In geval van Alternatief B0.1 wordt Agriport 2 niet gerealiseerd. Bij Alternatief B0.2 wordt Agriport 2 wel gerealiseerd, maar zonder OHB en RO. Als geen RO en OHB wordt toegepast in Agriport 2, dan zal een andere oplossing moeten worden gezocht om de gietwatervoorziening te waarborgen. Het enige alternatief voor de OHB is het toepassen van grotere bovengrondse bassins. Voor de zuivering van grondwater middels RO zijn verschillende alternatieven mogelijk. De milieueffecten van de verschillende alternatieven worden als gelijkwaardig beoordeeld, maar slechter dan de RO. Zuivering van oppervlaktewater uit het IJsselmeer wordt op basis van de kosten als meest realistisch alternatief beschouwd.

4.5.2 Alternatief B1 – Centralisatie OHB en lozen RO-retourwater

Doel van ondergrondse hemelwaterberging is het opslaan van overschotten aan gietwater voor de langere termijn. Net als bij KWO wordt het opslagrendement gunstig beïnvloed door het groeperen van de putten, waardoor onder andere de gevoeligheid voor de grondwaterstroming afneemt. Bij een hoger opslagrendement gaat een kleiner deel van het opgeslagen water verloren en is minder aanvulling nodig vanuit de RO. Alternatief B1 gaat uit van een hoge mate van centralisatie, waarbij de praktische uitvoerbaarheid nog realistisch is. Figuur #7 toont de locaties van de putten voor dit alternatief.

Dit alternatief gaat uit van het lozen van het water dat bij de omgekeerde osmose overblijft op het oppervlaktewater.

4.5.3 Alternatief B2 – één OHB per bedrijf en RO-retour in eerste watervoerende pakket

Alternatief B2 gaat uit van het centraliseren van de OHB putten op bedrijfsniveau, waardoor eventuele onenigheid tussen bedrijven onderling wordt vermeden. Uitgangspunt is hierbij dat de kassen van het bedrijf die grenzen aan één weg één centrale OHB krijgen aan die zijde. De situering van de putten voor alternatief B2 is weergegeven in figuur #8. Dit alternatief gaat uit van infiltratie van het retourwater uit de RO in het eerste watervoerende pakket. Dit zou als voordeel kunnen hebben dat de effecten van de grondwateronttrekking uit het tweede watervoerende pakket in het eerste watervoerende pakket en de deklaag (deels) worden gecompenseerd.

4.5.4 Alternatief B3 – één OHB per kas en RO-retour in top derde watervoerende pakket

Bij dit alternatief is aangenomen dat de gietwatervoorziening per kas wordt geregeld, vooral vanuit praktische overwegingen. Dit komt overeen met de huidige situatie binnen Agriport 1. Binnen Agriport 1 zijn reeds meerdere vergunningen verleend voor zowel OHB als RO en ligt de situatie grotendeels vast. De OHB en RO-putten die vast staan, zijn in dit alternatief als gegeven beschouwd. Figuur #9 toont de locaties van de putten voor dit alternatief.

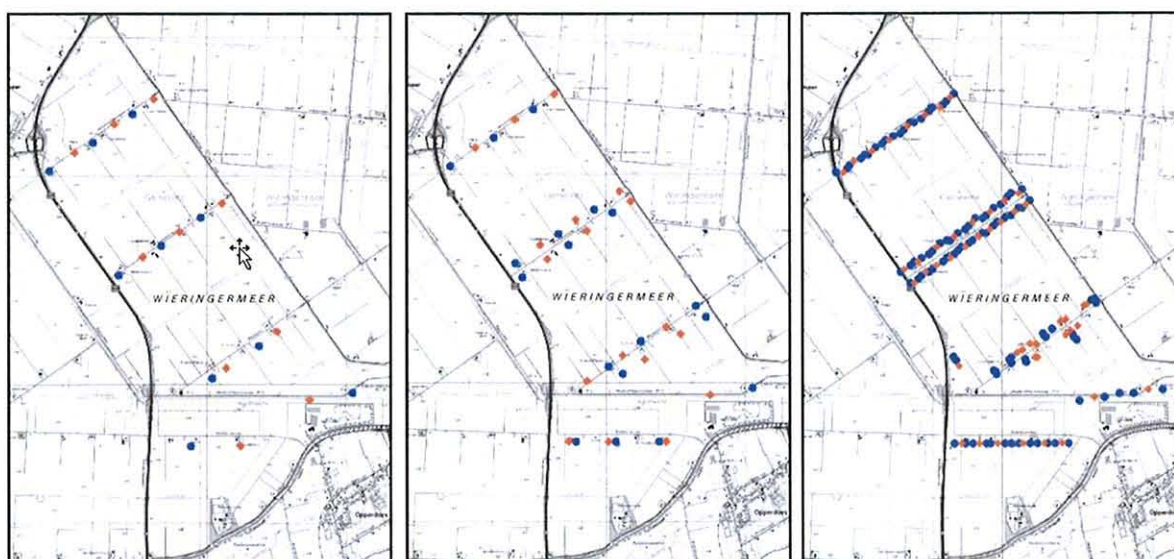
Alternatief B3 gaat ook voor het RO-retourwater uit van de situatie van Agriport 1, namelijk infiltratie in de top van het derde watervoerende pakket. In dit geval wordt het effect van de onttrekking uit het tweede watervoerende pakket gecompenseerd in de laag waarin de effecten van deze onttrekking het verst reiken.

4.5.5 Samenvatting alternatieven gietwatervoorziening

Tabel 4-4 geeft een samenvatting van de kenmerken van de referentiesituatie en de alternatieven. Figuur 4-8 toont de locaties van de putten voor alle alternatieven.

Tabel 4-4 Kenmerken referentiesituatie en alternatieven

alternatief	kenmerken
B0.1 (referentie)	- toepassen gietwatervoorziening Agriport 1
B0.2 (referentie)	- stopzetten gas- en beregeningsbronnen Agriport 1
B1	- toepassen gietwatervoorziening Agriport 1
	- stopzetten gas- en beregeningsbronnen Agriport 1 en 2
B2	- maximaal clusteren OHB putten
	- maximaal clusteren RO putten
	- lozen RO-retourwater op oppervlaktewater
B3	- centraliseren OHB op bedrijfsniveau
	- infiltreren RO-retourwater in eerste watervoerende pakket
	- centraliseren OHB op kasniveau
	- infiltreren RO-retourwater in top derde watervoerende pakket



Figuur 4-8 Locaties putten voor alternatief B1 (links), B2 (midden) en B3 (rechts). Een blauwe stip is een OHB-locatie en een oranje stip een RO-locatie.

5 Milieueffecten

5.1 Energieverbruik en emissies

Op basis van de energetische uitgangspunten, zoals weergegeven in paragraaf 4.1 en 4.3 zijn de milieueffecten in de vorm van de vermindering van primair energieverbruik en uitstoot van CO₂ berekend. Hierbij worden 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 worden 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 CO₂ emissiereductie zijn de uitgangspunten gehanteerd, zoals weergegeven in Tabel 5-1.

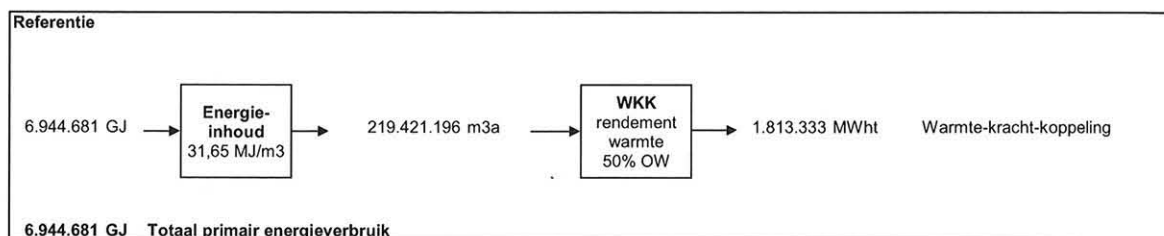
Tabel 5-1 Uitgangspunten voor bepaling energiebesparing en CO₂ emissiereductie

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

¹ Bron: zie monitoring Nederlandse elektriciteitscentrales 2000-2004

5.1.1 Referentievariant

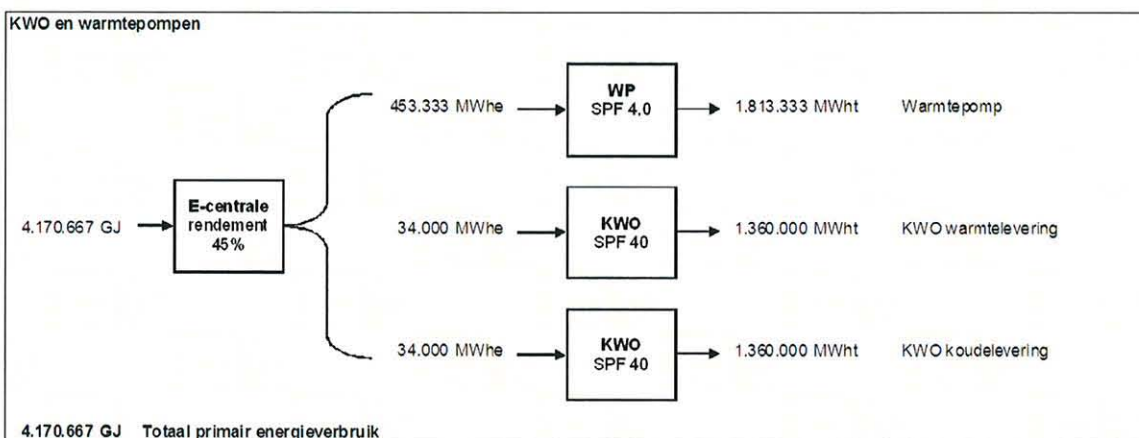
In Figuur 5-1 is de berekening van het primair energieverbruik van de referentievariant weergegeven.



Figuur 5-1 Primair energieverbruik referentievariant

5.1.2 KWO

In Figuur 5-2 is de berekening van het primair energieverbruik van de KWO-variant weergegeven.



Figuur 5-2 Primair energieverbruik KWO-variant

Aan de hand van de in Figuur 5-1 en Figuur 5-2 weergegeven berekeningsresultaten is voor de referentievariant en voor de KWO-variant de CO₂ emissie berekend. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de energieverbruiken en de CO₂ emissies voor de beide varianten. Daarbij is alleen het energieverbruik voor de warmtelevering en koudelevering (alleen in de KWO-variant) meegenomen. Hulpenergie voor pompen, distributie, etc. is in de vergelijking niet meegenomen.

Tabel 5-2 Energieverbruiken en emissies

		referentie	KWO
gasverbruik	m ³ /jaar	219.421.196	0
elektriciteitsverbruik	MWh _e /jaar	0	521.333
primair energieverbruik	GJ/jaar	6.944.681	4.170.667
CO ₂ -emissie	ton/jaar	390.570	295.075

Indien jaarlijks 1.360.000 MWh_t koude en 1.810.000 MWh_t warmte wordt geleverd met de KWO-variant bedraagt de besparing in primair energieverbruik circa 2.774.014 GJ per jaar (40%) 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 2,77.

De reductie in uitstoot van CO₂ bedraagt op jaarbasis 95.495 ton (24%). 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 5-2 een score gegeven van de KWO-variant ten opzichte van de referentie.

Tabel 5-3 Beoordeling energieverbruik en CO₂-emissie

aspect	referentie	KWO
primaire energieverbruik	0	++
CO ₂ -emissie	0	++
totale beoordeling	0	++

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

5.1.3 Gevoeligheden

Om de gevoeligheid aan te tonen van de te behalen energiebesparing en CO₂ 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 (40%) en CO₂ emissiereductie (24%) 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 in deze fase van het project 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%	40	24	beperkt
koudevraag +15%	40	24	beperkt
warmtevraag -15%	39	24	beperkt
warmtevraag +15%	40	25	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 doorerekend met een hogere en een lagere SPF (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) van de energieopslag.

variatie:	energiebesparing (%)	CO ₂ emissie-reductie (%)	invloed
SPF KWO = 30	37	21	beperkt
SPF KWO = 50	42	26	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. Slechtere energetische prestatie leidt tot een lagere te behalen energiebesparing. Om de gevoeligheid hiervan op de energiebesparing aan te tonen, is de energiebesparing doorerekend met een hogere en een lagere SPF (Seasonal Performance Factor) van de warmtepomp.

variatie:	energiebesparing (%)	CO ₂ emissie-reductie (%)	invloed
SPF WP = 3,4	31	13	significant
SPF WP = 4,6	46	33	significant

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

5.1.4 Macro-emissies

In de uitwerking van de emissies is gerekend vanuit de warmtevraag die met de KWO geleverd kan worden in vergelijking met de WKK die warmte produceert. Hierbij is de elektriciteitsvraag en productie buiten beschouwing gelaten, aangezien de voorgenomen activiteit het leveren van energie uit de bodem betreft.

In de Energievisie Agriport [Lit. 9] is het totale energieconcept van de kassen doorerekend voor verschillende concepten. Daarbij is tevens de belichting, benodigde elektriciteit voor distributie en afgiftesystemen, pompen, etc. meegenomen. Bij de referentie wordt de elektriciteit geproduceerd door de WKK in de berekening meegenomen, inclusief een deel teruglevering aan het elektriciteitsnet. In de KWO-variant moet de benodigde elektriciteit ingekocht te worden. Daarbij is wel verondersteld dat een deel van de elektriciteit op duurzame wijze via zonne- of windenergie wordt opgewekt.

In onderstaande tabel is aangegeven wat het gas- en elektriciteitsverbruik is en welke CO₂-emissies als emissies via schoorstenen in het gebied terecht komen en welke macro-emissie van CO₂ plaatsvindt als gevolg van de totale energielevering. Voor de macro-emissie is de totale CO₂ huishouding bekeken, echter zonder de opname door de planten in de kas. De hoeveelheden die hiermee gemoeid zijn, zijn op dit moment niet te kwantificeren.

Tabel 5-4 Emissies CO₂ binnen gebied via schoorstenen en op macroniveau voor de totale energievoorziening

		referentie	KWO
gasverbruik	m ³	556.227.327	1.023.030
elektriciteitsgebruik	MWh _e	1.026.566	1.667.726
CO ₂ -emissie schoorstenen	ton	990.085	1.821
besparing CO ₂ -emissie	%	-	99,8%
macro-CO ₂ -emissie	ton	392.818	515.481
besparing macro CO ₂ -emissie	%	-	-31,2%

Uit de tabel volgt dat via schoorstenen in Agriport in de KWO-variant nagenoeg geen emissies optreden. Dit is te verklaren doordat het concept bijna volledig draait op elektriciteit die elders geproduceerd wordt.

Indien de emissies op macroschaal beschouwd worden, waarbij ook de CO₂-emissie die bij elektriciteitsproductie optreedt meegenomen wordt, dan levert de WKO-variant geen besparing. Daarbij is verondersteld dat de elektriciteitsproductie (op de langere termijn) voor een deel ook op macro-schaal wordt opgewekt met duurzame technieken. Een en ander is in detail uitgewerkt in de Energievisie Agriport [Lit. 9].

De gunstige macro-emissie voor de referentie wordt deels bereikt door de teruglevering van elektriciteit aan het net. Deze teruglevering is in de berekening als een vermindering van de CO₂-emissie meegenomen. Daarbij wordt voor iedere kWh elektriciteit 0,566 kg CO₂ in mindering gebracht. Door de gecombineerde opwekking van elektriciteit en warmte is dit gunstig voor de emissies.

Bij de beoordeling van deze emissies zijn de volgende aspecten van belang, die het ontbreken van een energiebesparing nuanceren.

1. Leveren van koeling

In het energieconcept met energieopslag wordt een groot deel energiezuinige koeling geleverd in de kassen. Een belangrijke reden hiervoor is het verder optimaliseren van het productieproces en de groei van de gewassen in de kassen. In vergelijking met alternatieven voor deze koeling, zoals elektrische compressie koelmachines, kan er tot wel 80% energie bespaard worden. Volgens de richtlijnen van de MER bevat de referentie géén koeling. De besparing door energieopslag wordt daarmee sterk onderschat.

2. Verhoging landelijk rendement elektriciteitsproductie

In dit MER is gerekend met een gemiddeld landelijk elektrisch rendement van elektriciteitscentrales van 45%. De verwachting is dat dit rendement op de langere termijn zal verbeteren. Onder andere door de inzet van STEG centrales (Stoom en Gas) die een veel hoger rendement hebben. Ter vergelijking: in Lelystad wordt door Electrabel een

STEG-centrale geplaatst met 59% rendement. Daarnaast is de verwachting dat er vanuit de landelijke overheid steeds meer gestuurd gaat worden op duurzame opwekking van elektriciteit, waardoor de emissie-factor van elektriciteit verder daalt. Eén van de ontwikkelingen hierin is het afvangen van de vrijkomende CO₂ bij energiecentrales. Dit wordt als een van de speerpunten beschouwd om de doelstellingen op CO₂-gebeid te bereiken. Zowel verbetering van het landelijk opwekkingsrendement van elektriciteit, als het reduceren van de emissiefactor van elektriciteit zal bijdragen aan het verder verduurzamen van het concept met energieopslag en warmtepompen, de all-electric oplossing.

3. *Vlamloze oplossing*

Als referentie voor verwarming wordt de warmte/kracht-koppeling in de richtlijnen voorgeschreven. Deze techniek maakt gebruik van aardgas waarmee zowel elektriciteit als warmte wordt opgewekt. Juist het directe gebruik van aardgas zal op de langere termijn (> 15 jaar) sterk onder druk komen te staan door teruglopende voorraden aardgas in Nederland en de wens om de CO₂-uitstoot te verminderen. Om een transitie te bewerkstelligen naar een duurzame energievoorziening zijn andere keuzes noodzakelijk. Daartoe is o.a. door de minister van LNV en LTO Nederland het Duurzaamheidsakkoord getekend op 1 november 2007, als onderdeel van het project "Klimaat en Energie: Schoon en Zuinig" van de landelijke overheid. Hierin is vastgelegd dat de verschillende sectoren zich verbinden aan het reduceren van CO₂-uitstoot van 20% en aan het inzetten van duurzame bronnen van 20%. KWO met warmtepompen zijn technieken die hier invulling aan kunnen geven doordat deze technieken gebruik maken van elektriciteit. Elektriciteit is goed te verduurzamen door inzet van windenergie, biomassa, waterkracht, etc. In die zin draagt KWO dus bij aan de lange termijn doelstelling om een energietransitie naar duurzame bronnen te bewerkstelligen.

4. *Innovatiekracht glastuinbouw*

Binnen de glastuinbouw vinden doorlopend innovaties plaats. Daarbij wordt ook op energiegebied het nodige geïnnoveerd. Zo is in het verleden met succes de WKK geïntroduceerd, als alternatief voor de gasgestookte ketel. Op dit moment vinden er bijvoorbeeld op het gebied van verlichting innovaties plaats door gebruik te (gaan) maken van LED-verlichting, waardoor besparingen van 30% haalbaar lijken op het elektriciteitsverbruik. Ook voor energieopslag worden innovaties voorzien. Zo zijn er ontwikkelingen, zoals de toepassing van de FiWiHex warmtewisselaar in de energieproducerende kas, waarbij in de toekomst de warmtepomp niet meer (volledig) ingezet hoeft te worden bij de warmtelevering. Hierdoor wordt het grootste deel van het elektriciteitsverbruik voor verwarming voorkomen, waardoor de vergelijking met de referentie sterk verbeterd wordt. Ook verbeteringen van de energie-efficiëntie van de componenten dragen hieraan bij.

Algemeen

Daar de kassen met KWO nog in de beginstadia van ontwikkeling staan, mag verwacht worden dat de genoemde ontwikkelingen de toepassing van KWO verder zullen verduurzamen, zodat uiteindelijk ook op macroschaal kassen met KWO duurzamer worden dan kassen met WKK. De toekomst moet uitwijzen hoe groot de werkelijke besparingen zullen zijn, maar gedacht moet worden aan enige tientallen procenten.

De bovenstaande punten zijn belangrijke overwegingen geweest voor het voeren van deze MER. Het gebied is zodoende voorbereid op deze ontwikkelingen.

5.2 Hydrologische effecten

De hydrologische effecten zijn berekend met het gekalibreerde grondwatermodel dat in het kader van deze studie is gemaakt. In bijlage 7 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. Ook het totale effect van de KWO, RO en OHB samen is berekend.

5.2.1 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 (40.000 m³ per uur) draait totdat de gemiddelde waterverplaatsing voor het betreffende seizoen is bereikt. Voor het winterseizoen zijn daarvoor 104 dagen nodig en voor het zomerseizoen 94 dagen. Aangezien in werkelijkheid niet continu op maximaal debiet gepompt zal worden, zijn de berekende hydrologische effecten een overschatting van de werkelijke effecten (worst-case benadering).

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 (dagneerslaggegevens 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 (dit is de worst-case: in de praktijk wordt 500-1.500 m³ per hectare kas toegepast);
- 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 geïnfilteerd per deelsysteem. Op basis van de daggegevens is een gemiddelde per maand bepaald, wat is gebruikt in de hydrologische berekeningen. Doordat het werkelijke gemiddelde bassinvolume groter is dan de gehanteerde 500 m³ per hectare kas, zullen de werkelijke hydrologische effecten kleiner zijn dan in dit MER berekend (worst-case). De hydrologische effecten zijn gepresenteerd voor de zomermaand met de grootste netto onttrekking en voor de wintermaand met de grootste netto infiltratie. Tabel 5-5 toont de gebruikte debieten.

Tabel 5-5 Debiet gietwatersysteem per hectare kas in hydrologische berekeningen (in totaal is 840 hectare kas gepland).

maand	gemiddelde netto onttrekking		
	RO	OHB	totaal
januari	0,00 m ³ /d/ha	-13,48 m ³ /d/ha	-13,48 m ³ /d/ha
februari	0,00 m ³ /d/ha	-6,37 m ³ /d/ha	-6,37 m ³ /d/ha
maart	0,27 m ³ /d/ha	0,04 m ³ /d/ha	0,31 m ³ /d/ha
april	1,41 m ³ /d/ha	14,50 m ³ /d/ha	15,91 m ³ /d/ha
mei	2,67 m ³ /d/ha	21,72 m ³ /d/ha	24,39 m ³ /d/ha
juni	9,50 m ³ /d/ha	13,00 m ³ /d/ha	22,50 m ³ /d/ha
juli	10,18 m ³ /d/ha	6,97 m ³ /d/ha	17,15 m ³ /d/ha
augustus	8,66 m ³ /d/ha	-2,13 m ³ /d/ha	6,53 m ³ /d/ha
september	2,58 m ³ /d/ha	-3,66 m ³ /d/ha	-1,09 m ³ /d/ha
oktober	0,31 m ³ /d/ha	-12,20 m ³ /d/ha	-11,88 m ³ /d/ha
november	0,00 m ³ /d/ha	-17,40 m ³ /d/ha	-17,40 m ³ /d/ha
december	0,00 m ³ /d/ha	-19,69 m ³ /d/ha	-19,69 m ³ /d/ha

Alle berekeningen zijn gebaseerd op het beginsel van superpositie, hetgeen inhoudt dat alleen de stijghoogteveranderingen ten gevolge van de klimaat- en gietwatervoorziening worden berekend. De werkelijke stijghoogte kan worden verkregen door de berekende stijghoogteveranderingen te superponeren op het stijghoogtepatroon van dat moment (Figuur #3).

5.2.2 Effecten KWO (klimaatvoorziening)

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 energieopslag grondwaterstand- c.q. stijghoogteveranderingen merkbaar zijn. Dit is het zogenaamde invloedsgebied, dat wordt gedefinieerd als het gebied waar de berekende veranderingen groter zijn dan 0,05 m voor de deklaag (grondwaterstand), respectievelijk 0,10 m voor de watervoerende pakketten.

In bijlage 10 zijn alle berekende maximale effecten op kaart gepresenteerd voor de verschillende alternatieven, verschillende bodemlagen en seizoenen. Bij het presenteren van de effecten is onderscheid gemaakt tussen de effecten van de klimaatvoorziening, de effecten van de gietwatervoorziening en de gezamenlijke effecten.

In Tabel 5-6 en Tabel 5-7 zijn de hydrologische effecten voor alle alternatieven voor de klimaatvoorziening samengevat:

- Alternatief A0: Referentiesituatie
- Alternatief A1: Thermisch optimaal
- Alternatief A2: Geohydrologisch optimaal
- Alternatief A3: Compromis

Tabel 5-6 Maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen per alternatief [m].

bodemiaag	zomer				winter			
	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3
deklaag	0,00	0,13	0,05	0,12	0,00	0,13	0,05	0,12
1 ^e WVP	0,00	0,25	0,16	0,20	0,00	0,25	0,16	0,20
2 ^e WVP	0,00	1,46	0,60	0,70	0,00	1,46	0,60	0,70
3 ^e WVP*	0,00	2,57	2,18	2,55	0,00	2,57	2,18	2,55

* 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 5-7 Maximale straal van het invloedsgebied [m], gerekend vanaf de rand van Agriport, per alternatief. In de watervoerende pakketten is hierbij de 10 cm contour aangehouden en in de deklaag de 5-cm contour.

bodemiaag	zomer				winter			
	A0	A1	A2	A3	A0	A1	A2	A3
deklaag	-	5.600	-	2.300	-	5.300	-	2.100
1 ^e WVP	-	5.400	800	3.700	-	5.300	800	3.700
2 ^e WVP	-	5.400	1.700	4.000	-	5.300	1.700	4.000
3 ^e WVP	-	5.400	1.700	4.000	-	5.300	1.700	4.000

5.2.3 Effecten RO en OHB (gietwatervoorziening)

In

Tabel 5-9 zijn de hydrologische effecten voor de gietwatervoorziening samengevat voor alle alternatieven:

- Alternatief B0.1: referentiesituatie (RO en OHB in Agriport 1 en sluiting gas- en beregeningsbronnen in Agriport 1)
- Alternatief B0.2: referentiesituatie (RO en OHB in Agriport 1 en sluiting gas- en beregeningsbronnen in Agriport 1 en 2)
- Alternatief B1: centralisatie OHB en lozen RO-retourwater
- Alternatief B2: één OHB per bedrijf (20-100 ha) en RO-retour in eerste watervoerende pakket
- Alternatief B3: één OHB per kas (20-30 ha) en RO-retour in top derde watervoerende pakket

Tabel 5-8 Maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen per alternatief [m].

bodemlaag	zomer					winter				
	B0.1	B0.2	B1	B2	B3	B0.1	B0.2	B1	B2	B3
deklaag	0,02	0,02	0,16	1,04	0,09	0,03	0,03	0,09	0,09	0,10
1 ^e WVP	0,14	0,14	0,32	2,79	0,20	0,13	0,13	0,21	0,18	0,19
2 ^e WVP*	0,80	0,80	3,98	2,54	0,99	0,69	0,69	3,57	2,26	0,86
3 ^e WVP	0,36	0,35	0,80	0,62	0,57	0,32	0,33	0,52	0,51	0,51

* 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 is aangegeven. De effecten op de omgeving zijn wel juist berekend.

Tabel 5-9 Maximale straal van het invloedsgebied [m], gerekend vanaf de rand van Agriport, per alternatief. In de watervoerende pakketten is hierbij de 10 cm contour aangehouden en in de deklaag de 5-cm contour.

bodemlaag	zomer					winter				
	B0.1	B0.2	B1	B2	B3	B0.1	B0.2	B1	B2	B3
deklaag	-	-	5.100	5.200	1.900	-	-	2.000	2.000	2.000
1 ^e WVP	1.500	1.500	6.200	5.700	4.800	300	900	3.700	3.700	3.700
2 ^e WVP	3.000	3.000	6.600	5.300	5.000	2.300	2.300	4.700	4.500	4.500
3 ^e WVP*	3.000	3.000	6.600	5.300	5.000	2.300	2.300	4.700	4.500	4.500

5.2.4 Cumulatieve effecten klimaat- en gietwatervoorziening

In het bovenstaande zijn de effecten van de verschillende ingrepen separaat bepaald. In de praktijk is sprake van een totaaleffect als gevolg al deze ingrepen samen. Daarom is voor alle alternatieven ook het totale effect berekend. Bij de referentie is dit een optelsom van de referentiesituaties (A0+B0.1 of A0+B0.2). Voor alle overige alternatieven is voor het berekenen van het totale effect aangenomen dat het betreffende alternatief wordt gecombineerd met één van de alternatieven waarvoor vergunning wordt gevraagd (A2 of B3). Bij de alternatieven voor de klimaatvoorziening is het effect van alternatief B3 opgeteld en bij de alternatieven voor de gietwatervoorziening het effect van alternatief A2. Ook de effecten van het stopzetten van de gas- en beregeningsbronnen zijn meegenomen.

Voor de alternatieven waarvoor vergunning wordt aangevraagd zijn aanvullend figuren gemaakt op een meer gedetailleerde topografische ondergrond. Het gaat om de figuren #10 t/m #13 (zomersituatie) en #14 t/m #17 (wintersituatie), waarin de berekende maximale hydrologische effecten in respectievelijk de deklaag, het eerste watervoerende pakket, het tweede watervoerende pakket en het derde watervoerende pakket zijn weergegeven. Tabel 5-10 en

Tabel 5-11 tonen respectievelijk de maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen en de maximale straal van het invloedsgebied.

Tabel 5-10 Maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen per alternatief [m].

bodemlaag	A1+B3	A2+B3	A3+B3	A0+B0.1	A0+B0.2	A2+B1	A2+B2
zomer							
deklaag	0,13	0,11	0,08	0,02	0,02	0,17	1,05
1 ^e WVP	0,44	0,22	0,33	0,14	0,14	0,29	2,85
2 ^e WVP*	2,15	1,05	1,16	0,80	0,80	3,87	2,45
3 ^e WVP*	3,10	1,95	2,89	0,36	0,35	2,10	2,00
winter							
deklaag	0,14	0,11	0,09	0,03	0,03	0,10	0,16
1 ^e WVP	0,43	0,19	0,32	0,13	0,13	0,18	0,19
2 ^e WVP*	2,05	0,93	1,13	0,69	0,69	3,25	2,13
3 ^e WVP*	3,05	1,89	2,85	0,32	0,33	1,88	1,91

* 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 is aangegeven. De effecten op de omgeving zijn wel juist berekend.

Tabel 5-11 Maximale straal van het invloedsgebied [m], gerekend vanaf de rand van Agriport, per alternatief. In de watervoerende pakketten is hierbij de 10 cm contour aangehouden en in de deklaag de 5-cm contour.

bodemlaag	A1+B3	A2+B3	A3+B3	A0+B0.1	A0+B0.2	A2+B1	A2+B2	A2+B3
zomer								
deklaag	5.000	2.000	4.000	-	-	5.000	5.200	2.000
1 ^e WVP	6.100	4.900	6.500	1.500	1.500	6.300	5.900	4.900
2 ^e WVP	6.800	5.100	7.200	3.000	3.000	6.800	5.500	5.100
3 ^e WVP	6.800	5.100	7.200	3.000	3.000	6.800	5.500	5.100
winter								
deklaag	3.800	2.100	4.000	-	-	2.000	2.000	2.100
1 ^e WVP	5.600	4.100	6.000	300	900	4.000	4.100	4.100
2 ^e WVP	6.500	4.600	6.900	2.300	2.300	4.500	4.600	4.600
3 ^e WVP	6.500	4.600	6.900	2.300	2.300	4.500	4.600	4.600

5.2.5 Gevoeligheidsanalyse hydrologische effecten

De hydrologische berekeningen zijn uitgevoerd met het gekalibreerde grondwatermodel (zie bijlage 7). 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 dat een verhoging van de drainageweerstand juist 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 Agriport zich bevindt.

In Tabel 5-12 zijn deze onzekerheden aan de hand van de standaardfout in beeld gebracht.

Tabel 5-12 Onzekerheid in de weerstandswaarden voor de verschillende weerstandslagen in het gekalibreerde grondwatermodel

weerstandslaag	- of + de standaardfout [% van de waarde na kalibratie]	
	minimum	maximum
drainageweerstand	87%	115%
deklaag	65%	155%
eerste scheidende laag	72%	139%

Om de gevoeligheid in beeld te brengen zijn twee aanvullende berekeningen gedaan, waarbij in de eerste berekening alle weerstandswaarden naar beneden worden bijgesteld en in de tweede berekening alle weerstandswaarden naar boven bijgesteld. Daarnaast is nog een extra berekening uitgevoerd voor de situatie waarbij de maximale invloed op de grondwaterstand wordt verwacht: verhogen van de drainageweerstand en verlagen van de weerstanden van de deklaag en de eerste scheidende laag. In het kader van de gevoeligheidsanalyse zijn de volgende extra berekeningen uitgevoerd voor alle alternatieven:

- verlaging van alle weerstandswaarden uit tot minimale waarde
- verhoging van alle weerstandswaarden uit tot maximale waarde
- verhoging drainageweerstand tot maximale waarde en verlaging weerstand deklaag en eerste scheidende laag tot minimale waarde

Alleen voor de alternatieven waarvoor vergunning wordt aangevraagd (A2 en B3) zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd in het kader van de gevoeligheidsanalyse. In Tabel 5-13 zijn de berekende maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen uit de extra berekeningen vergeleken met de eerder berekende waarden. In Tabel 5-14 is een overzicht opgenomen voor de grootte van de invloedsgebieden.

Tabel 5-13 Maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen [m] voor de alternatieven A2+B3 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	0,11	0,12	0,09	0,12	0,11	0,12	0,10	0,12
1 ^e WVP	0,22	0,19	0,25	0,19	0,19	0,17	0,21	0,17
2 ^e WVP *	1,05	1,01	1,09	1,01	0,93	0,89	0,96	0,89
3 ^e WVP *	1,95	1,92	1,99	1,92	1,89	1,86	1,92	1,86

* 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 5-14 Maximale straal van het invloedsgebied [m] voor de alternatieven A2+B3 in de oorspronkelijke berekening (1) en de extra berekeningen (a t/m c), gerekend vanaf de rand van Agriport, 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	2.000	2.100	2.000	2.100	2.100	2.100	2.000	2.100
1 ^e WVP	4.900	3.900	5.700	3.900	4.100	3.600	5.000	3.600
2 ^e WVP	5.100	4.300	6.100	4.300	4.600	3.700	5.400	3.700
3 ^e WVP	5.100	4.300	6.100	4.300	4.600	3.700	5.400	3.700

De extra berekeningen in het kader van de gevoeligheidsanalyse geven aan dat de onzekerheden in de weerstandswaarden slechts voor beperkte onzekerheid in de grootte van de effecten op de grondwaterstand en de omvang van de invloedsgebieden zorgt. De invloed op de omvang van het invloedsgebied in het eerste watervoerende pakket is het grootst. De grootte van de grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen varieert nauwelijks. Geconcludeerd wordt dat de gevoeligheid van de hydrologische effecten voor de onzekerheden in de modelparameters beperkt is. Ondanks de onnauwkeurigheid in Tabel 5-12 lijkt hoog, maar gezien de geringe invloed op de effecten is nader onderzoek niet noodzakelijk.

Bij de beschrijving van de indirecte gevolgen van de hydrologische effecten is uitgegaan van de effecten die zijn berekend met het gekalibreerde grondwatermodel, zoals opgenomen in Tabel 5-10 en gepresenteerd in de figuren #10 t/m #17.

5.2.6 Invloed op grondwaterstand en grondwaterstroming

Invloed op grondwaterstand

Huidige situatie

Agriport bevindt zich in agrarisch gebied. De ontwatering in het gebied en de omgeving daarvan is over het algemeen goed. De grondwaterstand binnen Agriport bevindt zich over het algemeen tussen 0,5 en 1,5 m-mv. Het verschil tussen het maaiveldniveau en het oppervlaktewaterpeil varieert in de omgeving tussen 0,8 en 5,1 m. Relatief hoge grondwaterstanden komen ten westen van Agriport voor, doordat hier een hoger oppervlaktewaterpeil gehanteerd wordt. Relatief lage grondwaterstanden komen ten oosten van Agriport voor: hier ligt het oppervlaktewaterpeil aanzienlijk lager (Figuur 3-3).

Invloed KWO, RO en OHB

De invloed op de grondwaterstand voor de verschillende alternatieven is samengevat in (alleen KWO), Tabel 5-8 (alleen RO en OHB) en Tabel 5-10 (KWO, RO en OHB). De maximale invloed op de grondwaterstand is het grootst bij alternatief B2 en bedraagt 1,05 m. Het gaat hierbij om een verhoging die wordt veroorzaakt door de infiltratie van de RO in het eerste watervoerende pakket. Dit effect wordt als onacceptabel beoordeeld (zeer negatief). Bij de overige alternatieven blijft de maximale grondwaterstandverandering beperkt tot 17 cm (alternatief B1, gecombineerd met A2).

Een maximale grondwaterstandveranderingen van 5 cm kan bij de combinatie van alternatief A1 en B3 optreden tot maximaal 5.000 m buiten Agriport. Van de KWO alternatie-

ven reikt de invloed op de grondwaterstand het minst ver bij alternatief A2. De invloed op de grondwaterstand reikt bij de gietwateralternatieven het verst bij alternatief B1 (4.000 m in de zomer). De invloedsgebieden van de alternatieven B2 en B3 (beide in combinatie met A2) zijn gelijkwaardig. De maximale invloed op de grondwaterstand is beperkt (behalve bij alternatief B2) en treedt buiten het glastuinbouwgebied slechts lokaal op.

Invloed op de verticale grondwaterstroming (kwel)

Huidige situatie

De kwel wordt bepaald door de deklaagweerstand, de drainageweerstand en de kweldruk: het verschil tussen de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket en het oppervlaktewaterpeil. De kweldruk ligt in Agriport tussen 0,8 m (oostzijde Agriport, tegen grens peilvak) en meer dan 2 m (bij Westfriese Omringdijk). In de omgeving varieert de kweldruk tussen minimaal 0,65 m plaatselijk ten noordwesten van Agriport 2 en maximaal 3,5 m plaatselijk langs de IJsselmeerdijk.

Gemiddeld gezien over de gehele Wieringermeer, is sprake van een kwel van ongeveer 1 mm per dag. Ter hoogte van Agriport wordt de kwel gehinderd door de eerste scheidende laag en ligt de kwel met 0,8 mm per dag iets onder het gemiddelde.

In de Wieringermeer is overal sprake van kwel. De kweldruk in het eerste watervoerende pakket in de omgeving van Agriport is vergelijkbaar met de kweldruk in Agriport. Net buiten de Wieringermeer in de strook langs de Omringdijk is op het "oude land" sprake van een infiltratie situatie, waarbij het oppervlaktewaterpeil 0 tot 0,2 m hoger ligt dan de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket. Plaatselijk komen hier ook gebieden voor met een beperkte kweldruk (0 tot 0,5 meter).

Naast de kwelstroom vanuit het eerste watervoerende pakket naar het oppervlaktewater, is ook sprake van kwel door de eerste scheidende laag. De stijghoogte in het tweede watervoerende pakket ligt ter hoogte van Agriport ongeveer 1 m hoger dan in het eerste watervoerende pakket. Het stijghoogteverschil varieert tussen ongeveer 0,5 m in het uiterste zuiden van Agriport tot 1,5 m aan de oostzijde van het gebied ter hoogte van de Tussenweg. Gemiddeld gezien is sprake van een kwelstroom door de eerste scheidende laag van 0,35 mm per dag.

Invloed KWO, RO en OHB

Tussen de kweldruk en de kwel bestaat een lineair verband. Zo zal bijvoorbeeld bij een halvering van de kweldruk ook de kwel halveren. De invloed op de kwel kan daardoor goed worden beoordeeld aan de hand van de invloed op de kweldruk. De maximale invloed op de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket bedraagt 2,85 m bij alternatief B2. Bij de overige alternatieven ligt de maximale invloed tussen 0,18 en 0,44 m ten opzichte van 0,13 à 0,14 m in de referentiesituatie. In alle gevallen blijft zowel in de zomer als in de winter sprake van een kwelsituatie. Bij alternatief B2 neemt de kwel in de zomer sterk toe.

In de zomer is over het algemeen sprake van een afname van de kwel (tussen 10 en 30%, afgezien van alternatief B2) en in de winter overheerst een toename van de kwel (tussen 10 en 30%, afgezien van alternatief B2). Op jaarbasis compenseren deze effecten elkaar grotendeels, zodat de invloed op de jaarlijkse kwel minimaal is. Alleen bij alternatief B2 is de invloed op de jaarlijkse kwel aanzienlijk. Tabel 5-15 geeft een samenvatting van de invloed op de jaarlijkse kwel in de Wieringermeer, binnen en buiten Agriport.

Tabel 5-15 Invloed KWO, RO en OHB op de kwel in de Wieringermeer

aspect	A1+ B3	A2+ B3	A3+ B3	A0+ B0.1	A0+ B0.2	A2+ B1	A2+ B2	A2+ B3
maximale invloed op kweldruk binnen Agriport [m]	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,88	<0,01
maximale invloed op jaarlijkse kwel binnen Agriport [%]	0,6	0,4	0,5	0,1	0,5	2,7	68,5	0,4
maximale invloed op kweldruk buiten Agriport [m]	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,42	<0,01
maximale invloed op jaarlijkse kwel buiten Agriport [%]	0,7	0,4	0,5	0,2	0,6	2,6	45,3	0,4

De kwel door de eerste scheidende laag is van invloed op de zoetwatervoorraad in het tweede watervoerende pakket en is beschreven in de volgende paragraaf.

Invloed op de horizontale grondwaterstroming

Huidige situatie

De grondwaterstroming in het eerste, tweede en derde watervoerend pakket is naar het noorden gericht. De snelheid van de grondwaterstroming neemt in het eerste watervoerende pakket af van 20 m per jaar in het zuidelijk deel van Agriport tot ongeveer 5 m per jaar in het noordelijk deel van Agriport. In het tweede en derde watervoerende pakket bedraagt de stroomsnelheid ongeveer 10 m per jaar.

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 5-16 geeft een overzicht van de berekeningsresultaten.

Tabel 5-16 Invloed KWO, RO en OHB op de horizontale grondwaterstroming: afstand vanaf de rand van het glastuinbouwgebied [m] waar de grondwaterstroming met 1 m per seizoen of per jaar wordt beïnvloed

aspect	WVP *	A1+ B3	A2+ B3	A3+ B3	A0+ B0.1	A0+ B0.2	A2+ B1	A2+ B2	A2+ B3
zomerseizoen	1	2.000	3.700	3.500	-	-	3.600	3.300	3.700
winterseizoen	1	2.000	3.600	3.300	-	-	3.500	3.300	3.600
jaartotaal	1	-	-	-	-	-	-	-	-
zomerseizoen	2	2.800	2.600	2.700	800	700	2.800	2.500	2.600
winterseizoen	2	3.000	2.600	2.700	800	800	2.600	2.500	2.600
jaartotaal	2	600	300	400	200	200	300	400	300
zomerseizoen	3	3.200	2.600	3.100	1.000	1.000	2.800	2.600	2.600
winterseizoen	3	3.300	1.800	3.100	1.000	1.000	2.600	2.700	1.800
jaartotaal	3	1.000	400	600	-	-	400	700	400

* Watervoerend pakket

Het gebied waarin de grondwaterstroming per seizoen met 1 m wordt beïnvloed ligt voor alle watervoerende pakketten en voor alle alternatieven (met uitzondering van de referentiealternatieven) tussen 2 en 4 km. Doordat de veroorzaakte stroming in het zomerseizoen en het winterseizoen elkaar grotendeels opheffen (zijn immers tegengesteld van

richting), blijft de totale invloed per jaar op de horizontale grondwaterstroming beperkt tot het glastuinbouwgebied en een straal van enkele honderden meters daaromheen. Bij de combinatie van de alternatieven A1 en B3 is de invloed op de grondwaterstroming in het tweede en derde watervoerende pakket het grootst. De combinatie van de alternatieven A2 en B3 heeft de kleinste impact op de horizontale grondwaterstroming.

De jaarlijkse horizontale grondwaterstroming kan van belang zijn voor andere energieopslagsystemen, (hemel)wateropslagsystemen en grondwaterverontreinigingen. De jaarlijkse horizontale grondwaterstroming wordt alleen beïnvloed in het tweede en derde watervoerende pakket. De enige andere onttrekkingen binnen enkele honderden meters van Agriport zijn gas- en beregeningsbronnen. Beïnvloeding van de horizontale grondwaterstroming heeft voor deze onttrekkingen geen nadelige gevolgen. Door de veroorzaakte horizontale stroming kan zelfs sprake zijn van een licht positief effect op de waterkwaliteit bij de bronnen ten westen en oosten van Agriport.

De invloed op de horizontale grondwaterstroming wordt voor alle alternatieven als licht negatief beoordeeld.

Tabel 5-17 Beoordeling invloed KWO, RO en OHB op grondwaterstroming en grondwaterstand

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

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

5.2.7 Invloed op kwaliteit van grond- en oppervlaktewater

Invloed op de grondwaterkwaliteit

Bij beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit door het voornemen, kan aan verschillende aspecten worden gedacht, namelijk (tussen haakjes is aangegeven in welke paragraaf of bijlage dit aspect is beschreven):

- menging van grondwater van verschillende dieptes bij de KWO (paragraaf 5.2.7);
- invloed van de temperatuurverandering (paragraaf 5.3.4);
- invloed van het grondwatersysteem (bijlage 11);
- invloed van infiltratiewater OHB (paragraaf 5.2.7 en bijlage 13);
- invloed van retourwater RO (paragraaf 5.2.7);
- invloed op de zoetwatervoorraad in watervoerend pakket 2A (bijlage 12).

Invloed KWO

Bij de 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 70 en 190 m-mv. Op twee locaties centraal in het gebied zijn op 74 m-mv chloridegehalten gemeten van respectievelijk 740 en 1.500 mg/l. Onderin het filtertraject wordt rekening gehouden met een aanzienlijk hoger chloridegehalte tot maximaal 10.000 mg/l. Bij het onttrekken en infiltreren van water uit dit traject vindt onomkeerbare menging plaats van brak 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 en onderin van een afname. Deze menging blijft in eerste instantie beperkt tot de directe omgeving van de KWO putten. Op de langere termijn zal in een groot deel van Agriport menging zijn opgetreden, vanwege de invloed van de grondwaterstroming en de (beperkte) onbalans in de waterverplaatsing in het zomerseizoen ten opzichte van het winterseizoen (gemiddeld 90 miljoen m³ in het zomerseizoen ten opzichte van gemiddeld 100 miljoen m³ in het winterseizoen). In het bovenste deel van het derde watervoerende pakket zal verzilting (tot 130 m-mv) van het grondwater optreden. Dieper dan 130 m treedt verzoeting op. Onttrekkingen in en mogelijk in de directe omgeving van Agriport die zich bovenin het derde watervoerende pakket bevinden zullen op den duur zouter water onttrekken. Ook onttrekkingen in het tweede watervoerende pakket zullen bij het aantrekken van water uit de top van het derde watervoerende pakket sneller verziltten. Dit zal met name gevolgen hebben voor het rendement van de omgekeerde osmose in Agriport. Door bij de locatiekeuze van de RO-putten rekening te houden met de effecten van de KWO kan de verzilting in de putten beperkt worden (zie ook paragraaf 5.2.14).

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. Verder wordt het te infiltreren (schone) hemelwater voorafgaande aan de infiltratie gezuiverd, waarbij de zwevende delen worden verwijderd.

Om de infiltratie van water met bestrijdingsmiddelen te voorkomen zijn voor Agriport 1 in overleg met de Provincie vergunningseisen opgesteld. In bijlage 13 zijn deze voorschriften opgenomen. Voorgesteld wordt om deze eisen ook van toepassing te laten zijn op Agriport 2.

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. Op basis van de eerste ervaringen is de verwachting dat het hierbij gaat om ongeveer 20% van de geïnfiltreerde hoeveelheid. Op termijn kan het verlies nog afnemen tot circa 10%. Aangezien dit water zoeter is dan het oorspronkelijk aanwezige grondwater, wordt dit niet als nadelig beschouwd.

Bij de RO blijft ongeveer de helft van het onttrokken water bij de zuivering over. Dit overgebleven water heeft een ongeveer twee keer zo hoog zoutgehalte dan 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 lokale verzilting van het grondwater op. Gietwaterlevering met de RO zorgt voor een snellere afname van de zoetwatervoorraad in Agriport dan bij waterlevering uit de OHB, omdat twee keer zo veel water onttrokken moet worden om dezelfde hoeveelheid gietwater te leveren (zie ook bijlage 12). In de omgeving van Agriport neemt de kwel enerzijds af door de toepassing van OHB en RO, maar anderzijds ongeveer even veel toe door het sluiten van de gas- en beregeningsbronnen in Agriport. De invloed op de zoetwatervoorraad in de omgeving van Agriport is daarom verwaarloosbaar.

Invloed op 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.

De kwaliteit van het oppervlaktewater in de Wieringermeer wordt beïnvloed door de samenstelling van het kwelwater en de mate waarin kwel optreedt. Doordat het grondwater in het oostelijk deel van de Wieringermeer een veel hoger zoutgehalte heeft dan het grondwater in het westelijk deel van de Wieringermeer, heeft ook het oppervlaktewater in het oostelijk deel van de Wieringermeer een veel hoger zoutgehalte dan het oppervlaktewater in het westelijk deel van de Wieringermeer. Metingen uit de periode 1998 tot 2004 geven aan dat het gemiddelde chloridegehalte van het oppervlaktewater Westelijk van de Westfriesche Vaart 492 mg/l bedraagt en aan de oostzijde 1.904 mg/l. Oostelijk van de Medemblikker Vaart neemt het chloridegehalte verder toe tot meer dan 3.000 mg/l.

Invloed KWO, RO en OHB

Tabel 5-15 geeft een samenvatting van de invloed van de KWO, RO en OHB op de kwel. Uit de heersende kweldruk en de afname van de kweldruk onder invloed van de KWO, RO en OHB is voor de meeste alternatieven een afname van de kwel over het gehele jaar berekend van minder dan 1%, zowel binnen als buiten Agriport. Bij alternatief B1 is de invloed met 2,6 à 2,7% iets groter, maar nog steeds minimaal. Alternatief B2 heeft wel een significantie invloed op de jaarlijkse kwel: maximaal bijna 70% binnen het glastuinbouwgebied en maximaal 45% buiten het glastuinbouwgebied. Mogelijk is deze berekening nog een onderschatting, omdat door het verhogen van de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket wellen kunnen ontstaan met een nog sterkere toename van de kwel tot gevolg.

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 met 10 à 30% (netto infiltratie in de OHB) en in de zomer van een afname van de kwel met 10 à 30% (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 beperkte netto afname van de kwel. Bij alternatief B2 neemt de kwel (in de zomer) echter toe doordat de infiltratie van de RO hierbij in het eerste watervoerende pakket wordt geïnfiltreerd.

Aangezien het chloridegehalte van het oppervlaktewater vooral wordt bepaald door het relatief zoute kwelwater, 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. Alternatief B2 heeft een nadelige invloed op de kwaliteit van het oppervlaktewater.

Tabel 5-18 Beoordeling invloed KWO, RO en OHB op kwaliteit van grond- oppervlaktewater

aspect	A1+ B3	A2+ B3	A3+ B3	A0+ B0.1	A0+ B0.2	A2+ B1	A2+ B2	A2+ B3
invloed grondwaterkwaliteit	-/0	-/0	-/0	0	0	-/0	-/0	-/0
invloed oppervlaktewaterkwaliteit	+/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

5.2.8 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. 24] geeft aan dat in de gemeente Wieringermeer sprake kan zijn van grondwateroverlast. Een significante extra verhoging van de grondwaterstand is daarom niet wenselijk.

Invloed KWO, RO en OHB

De cumulatieve effecten van de klimaat- en gietwatervoorziening is samengevat in Tabel 5-10. In alle gevallen, behalve alternatief B2, blijft de invloed op de grondwaterstand beperkt tot maximaal 17 cm. Een maximale verhoging van meer dan 10 cm komt buiten Agriport slechts zeer lokaal voor (zie figuur #10 en figuur #14 voor de situatie waarvoor vergunning wordt gevraagd). Op de betreffende locaties is sprake van een drooglegging van 1,6 à 2,6 m en daardoor een relatief diepe grondwaterstand. De invloed op de grondwaterstand zal daarom geen grondwateroverlast veroorzaken. Bij alternatief B2 treedt een grondwaterstandsverhoging op van maximaal 1,05 m. Deze verhoging wordt als niet wenselijk beschouwd.

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. 24]. Het onderzoek van Grontmij naar grondwateroverlast en -onderlast in Noord-Holland geeft aan dat in de gemeente Wieringermeer geen klachten/knelpunten met betrekking tot grondwateronderlast bekend zijn. Wel komt volgens informatie van de gemeente Wieringermeer verspreid in het gebied en in de omgeving daarvan bebouwing op houten palen voor.

Paalrot komt in nagenoeg alle gevallen alleen voor bij woningen die gebouwd zijn voor 1960, toen nog houten palen zonder betonnen opzetters werden gebruikt [Lit. 24]. Vanaf ongeveer 1950 worden betonnen opzetters toegepast, die zo diep werden aangelegd dat droogstand onwaarschijnlijk is [Lit. 25]. Vanaf 1960-1970 zijn ook de palen van beton toegepast.

Paalrot treedt versneld op als het grondwaterpeil tot onder de paalkop daalt. Als de grondwaterstand tot 0,2 m onder de paalkop daalt, verloopt het aantastingsproces zeer langzaam (schade kan optreden na circa 50 jaar). Bij een daling van 0,2 tot 0,5 m onder de paalkop kan, afhankelijk van de omstandigheden, schade optreden tussen 10-20 jaar (bij onbeperkte zuurstoftoetreding) respectievelijk 20-30 jaar (bij beperkte zuurstoftoetreding). Als de grondwaterstand meer dan 0,5 m onder de paalkop wordt verlaagd kan schade ontstaan na enkele jaren bij onbeperkte zuurstoftoetreding, respectievelijk 5 à 10 jaar bij beperkte zuurstoftoetreding [Lit. 25]. Het gaat hierbij om de totale droogstandtijd [Lit. 26], aangezien bij een stijging van de grondwaterstand tot boven de paalkop de aanvoer van zuurstof weer wegvalt.

Bij de bouw van woningen op houten palen van voor 1950 werd de bovenkant van het funderingshout op minimaal 25 tot 30 cm onder de van nature laagst voorkomende grondwaterstand gelegd [Lit. 27]. Sindsdien kan de "natuurlijke" grondwaterstand veranderd zijn, bijvoorbeeld door aanpassing van oppervlaktewaterpeilen in verband met bodemdaling.

Invloed KWO, RO en OHB

De cumulatieve effecten van de klimaat- en gietwatervoorziening is samengevat in Tabel 5-10. In alle gevallen blijft de invloed op de grondwaterstand beperkt tot maximaal 17 cm. Bij alle alternatieven zijn de veroorzaakte verlagingen van de grondwaterstand beperkt en bovendien tijdelijk van aard. 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 (voorbelaastingen).

Huidige situatie

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 6) komen een aantal perioden naar voren, waarin belangrijke voorbelaastingen kunnen hebben plaatsgevonden:

1) 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. 28]. 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. 28] 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.

2) Veenedekking in periode voor ontstaan Zuiderzee (voor ca. 1.200 na Christus)

Voorafgaande aan het ontstaan van de Zuiderzee heeft de Wieringermeer meer dan 2.000 jaar boven zeeniveau gelegen en was sprake van grootschalige veenbedekking. De hoogteligging van het maaiveld lag destijds in ieder geval boven het toenmalige zee-niveau. Schatting van de maaiveldhoogte lopen uiteen van 1 m NAP tot 4 m NAP [Lit. i3]. Het huidige maaiveldniveau varieert binnen Agriport tussen -3,5 en -4,8 m NAP. Dit betekent dat het maaiveld in het verleden 4,5 tot 8,8 meter hoger heeft gelegen. Uitgaande van de minimale waarde van 4,5 m en een gemiddelde dichtheid van 1.100 kg/m³ voor het veen lag de bodembelasting in het verleden 4,95 meter waterkolom hoger dan nu, uitgaande van een gelijk gebleven grondwaterstand. De gemiddeld laagste grondwaterstand zal destijds ongeveer 0,5 m-mv hebben gelegen (0,5 m NAP) en ligt momenteel op ongeveer 1,5 m-mv (5 m NAP), een verschil van 5,5 meter waterkolom. De korrelspanning ten tijde van de veenbedekking uit het verleden lag daarom waarschijnlijk lager dan de huidige korrelspanning. Dit betekent dat de veenbedekking uit het verleden waarschijnlijk geen voorbelasting van de bodem heeft veroorzaakt.

3) Lage stijghoogten in het (recente) verleden

Lage stijghoogten kunnen zijn opgetreden in droge jaren of bij eerdere (tijdelijke) onttrekkingen. Stijghoogtemetingen in peilbuis 40H0040 over de periode 1974-2007 geven aan dat in deze periode in het eerste watervoerende pakket sprake was van een stabiele stijghoogte, zonder grote verlagingen. Een peilbuis op grotere afstand (bij Wieringerwerf) geeft aan dat ook hier geen grote verlagingen zijn gemeten en sprake was van een nagenoeg constante stijghoogte in het eerste watervoerende pakket in de periode 1954-2008. Mogelijk is lokaal sprake geweest van tijdelijke verlagingen in verband met grondwateronttrekkingen. In de zettingsberekeningen is aangenomen dat er 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. 29]. 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 de Wieringermeer, Enkhuizen en Amsterdam.

In het oostelijk deel van Noord-Holland varieert de verwachte maaiveldddaling bij de gegeven verlaging tussen 4 en 9 cm. Van de Wieringermeer is op de kaart alleen de zettingsgevoeligheid in het meest zuidoostelijk gelegen deel gegeven. Hier mag volgens de kaart een maaiveldddaling van 8 à 9 cm worden verwacht bij een stijghoogteverlaging van 1 m in het eerste watervoerende pakket. Alleen het zuidelijk deel van Agriport is op de kaart gepresenteerd. De bodemtypen in het niet gekarteerde komen grotendeels ook elders in oostelijk Noord-Holland voor. De bodemtypen die in de Wieringermeer gevonden worden, maar niet in de gekarteerde gebieden betreffen meer zandige bodemtypen, die minder zettingsgevoelig zijn. De gevonden range van zettingsgevoeligheden in oostelijk Noord-Holland wordt daarom als representatief beschouwd voor het studiegebied van dit MER.

De maaiveldddaling uit de Markerwaard-studie wordt 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 zettingsconstan-

ten voor de deklaag worden afgeleid. Deze zettingsconstanten zijn voor deze studie afgeleid en vervolgens gebruikt voor het berekenen van de zetting.

Naast de zetting die plaatsvindt als gevolg van het voornemen treedt ook in de situatie zonder Agriport zetting op. Sinds de inpoldering van de Wieringermeer in 1930 is plaatselijk sterke maaiveldzakking opgetreden (tot maximaal 50 cm). Voor de periode 1999 - 2050 wordt nog eens 10 cm extra maaiveldzakking verwacht. De maaiveldzakking is sterk afhankelijk van de bodemsamenstelling. Daar waar veel veen voorkomt is de maaiveldzakking groot en op plaatsen waar de bodem zandig is, is de maaiveldzakking klein. Dit blijkt onder andere uit het feit dat veel boeren in het gebied regelmatig hun akkers moeten egaliseren. Deze bodemdaling wordt voornamelijk veroorzaakt door oxidatie van veenlagen door blootstelling aan de lucht(zuurstof).

Invloed KWO, RO en OHB

In bijlage 14 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 5-19 zijn de berekende maximale zettingen per alternatief samengevat.

Tabel 5-19 Overzicht maximaal te verwachten (uiteindelijke) maaiveldzakking per alternatief op basis van het totale effect van KWO, RO en OHB [cm]

	maximale zetting deklaag		maximale totale zetting	
	binnen het glas-tuinbouwgebied	buiten het glas-tuinbouwgebied	binnen het glas-tuinbouwgebied	buiten het glas-tuinbouwgebied
A1 + B3	1,2	1,2	3,8	3,8
A2 + B3	0,5	0,7	1,6	1,4
A3 + B3	0,9	0,9	3,1	3,1
A0 + B0.1	0,3	0,3	1,5	0,9
A0 + B0.2	0,3	0,3	1,6	0,9
A2 + B1	0,7	1,1	3,1	2,0
A2 + B2	0,5	1,0	1,5	1,8

Om een ongewenst verlies aan bruikbaarheid, schade of hoge onderhoudskosten aan infrastructuur en constructies te voorkomen mag de zetting volgens NEN 6740 [Lit. 30] niet groter zijn dan 0,15 m (15 cm) 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 1,5 cm, dan kunnen effecten van betekenis optreden [Lit. 31]. De zetting van de deklaag is bij alle alternatieven kleiner dan 1,5 cm en de totale zetting blijft in alle gevallen ruim onder de maximale waarde van 15 cm. Het zettingsverhang bedraagt maximaal 1:45.000 en is daarmee verwaarloosbaar. Deze beperkte zettingen en de bijbehorende verschilzettingen zullen geen schade aan bebouwing of infrastructuur

veroorzaken. Wel is er onderscheid tussen de alternatieven in de mate waarin zetting wordt veroorzaakt.

De berekende zettingen (maximaal 1,6 cm binnen Agriport en maximaal 1,4 cm buiten Agriport) zijn vele malen kleiner dan de reeds opgetreden zetting en de nog verwachte autonome bodemdaling. Deze autonome bodemdaling als gevolg van de oxidatie van veenlagen wordt niet versterkt, aangezien de invloed van het voornemen op de grondwaterstand minimaal is. Het voornemen zal dan ook geen schadelijke gevolgen hebben voor bebouwing of infrastructuur.

Tabel 5-20 Beoordeling invloed KWO, RO en OHB op bebouwing en infrastructuur

aspect	A1+ B3	A2+ B3	A3+ B3	A0+ B0.1	A0+ B0.2	A2+ B1	A2+ B2
grondwateroverlast	0	0	0	0	0	0	--
grondwateronderlast	0	0	0	0	0	0	0
zettingen	-	0	-/0	0	0	-/0	-/0
totale beoordeling	0	0	0	0	0	0	-

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

5.2.9 Invloed op archeologische waarden

Huidige situatie

In de Cultuurhistorische Waardenkaart van de provincie Noord-Holland zijn binnen Agriport geen archeologische waarden aangegeven. Volgens de Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW) geldt voor Agriport 1 en het meest zuidelijk gelegen deel van Agriport 2 een middelhoge tot hoge trefkans. Voor het overige deel van Agriport 2 geeft de IKAW een lage trefkans. In Archis zijn diverse archeologische vindplaatsen in en nabij Agriport beschreven. Hier zijn voornamelijk kubusstenen, stenen bijlen en aardewerk aangetroffen.

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 grondwaterstandsverlaging van belang.

Voor alle alternatieven zijn de grondwaterstandsverandering gering en zullen een klein risico op verlies van archeologische waarden veroorzaken. Aangezien het gebied geen hoge archeologische waarde heeft, wordt dit niet als negatief beoordeeld.

Tabel 5-21 Beoordeling invloed KWO, RO en OHB op archeologische waarden

aspect	A1+ B3	A2+ B3	A3+ B3	A0+ B0.1	A0+ B0.2	A2+ B1	A2+ B2
invloed op archeologische waarden	0	0	0	0	0	0	0

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

5.2.10 Invloed op andere onttrekkingen

Beïnvloeding van andere onttrekkingen speelt met name voor de gas- en beregeningsbronnen die in de omgeving aanwezig zijn. De gas- en beregeningsbronnen binnen Agriport A7 zullen worden gesloten en worden daarom niet beïnvloed.

Invloed op gas- en beregeningsbronnen

Invloed KWO, RO en OHB

De filters van de gas- en beregeningsbronnen bevinden zich met name in het tweede watervoerende pakket. In het tweede watervoerende pakket is in alle varianten sprake van een verhoging van de stijghoogte in het winterseizoen en van een verlaging van de stijghoogte in het zomerseizoen. De maximale verhogingen en verlaging nemen snel af met de afstand tot het gebied (Tabel 5-22).

De maximale verlaging van de stijghoogte buiten het plangebied (zomerseizoen) bedraagt voor de aan te vragen situatie 70 cm en neemt snel af met de afstand tot het gebied (zie tabel 5.6).

Tabel 5-22 Berekende maximale stijghoogteverandering als functie van de afstand tot de rand van Agriport (bij 840 ha kassen en 100% toepassing van OHB en RO)

afstand tot Agriport [m]	0	500	1.000	1.500	2.000	4.000	6.000
<i>maximale verlaging zomer [m]</i>							
A1+B3	1,30	0,81	0,60	0,46	0,39	0,20	0,12
A2+B3	0,95	0,58	0,42	0,32	0,26	0,13	< 0,10
A3+B3	1,14	0,71	0,54	0,45	0,40	0,22	0,13
A0 + B0.1	0,58	0,24	0,19	0,15	0,13	< 0,10	< 0,10
A0 + B0.2	0,58	0,24	0,18	0,15	0,13	< 0,10	< 0,10
B1+A2	1,07	0,69	0,51	0,41	0,36	0,19	0,12
B2+A2	1,10	0,62	0,45	0,35	0,28	0,14	< 0,10
<i>maximale verhoging winter [m]</i>							
A1+B3	1,20	0,75	0,55	0,42	0,36	0,18	0,11
A2+B3	0,83	0,53	0,38	0,29	0,23	0,11	< 0,10
A3+B3	1,05	0,66	0,50	0,41	0,36	0,20	0,12
A0 + B0.1	0,50	0,21	0,16	0,13	0,11	< 0,10	< 0,10
A0 + B0.2	0,50	0,21	0,16	0,13	0,11	< 0,10	< 0,10
B1+A2	0,98	0,54	0,38	0,29	0,23	0,11	0,07
B2+A2	0,98	0,54	0,38	0,29	0,23	0,12	0,07

In het winterseizoen wordt normaalgesproken geen berekening toegepast. De beregeningsbronnen worden dan afgesloten door de buis van de bron te verhogen met een opzetstuk tot boven de maximale stijghoogte, zodat de bron niet meer overloopt. De lengte van dit opzetstuk zal op basis van de stijghoogte in watervoerend pakket 2A tussen 1 en 4 meter zijn. Als gevolg van een extra verhoging van de stijghoogte kan de benodigde lengte voor dit opzetstuk groter worden. Gebruik van de gasbronnen is in het winterseizoen

zoen wel van toepassing. Een verhoging van de stijghoogte zorgt hierbij voor een toename van het debiet van de gasbron, waarbij de gasopbrengst zal toenemen. Dit effect wordt als positief beschouwd.

In het zomerseizoen worden de beregeningsbronnen gebruikt voor beregening. Een verlaging van de stijghoogte zorgt voor een afname van het debiet van de beregeningsbronnen zonder pomp. De afname van het debiet is ongeveer lineair met de afname in stijghoogte ten opzichte van de bovenkant van de buis. De stijghoogte in watervoerend pakket 2A varieert tussen ongeveer 1,1 en 3,7 m boven het slootpeil. Over het algemeen lopen de beregeningsbronnen over in de sloot en is het verschil tussen de bovenkant van de buis en het slootpeil bepalend voor het debiet van de beregeningsbron.

Tabel 5-23 geeft de maximale afname van het debiet is bij de beregeningsbronnen voor alle alternatieven weer. Deze maximale afname zal slechts bij één bron optreden en is van tijdelijke aard. Uit de tabel is op te maken dat de combinatie van alternatief A2 en B3, op de referentie na, de minste afname van het debiet veroorzaakt. Een afname van 0-10% wordt als niet significant en derhalve als neutraal beoordeeld. Grotere invloeden worden weliswaar als nadelig beschouwd, maar treden slechts tijdelijk op en alleen bij bronnen die op zeer korte afstand liggen. Het overgrote deel van de gas- en beregeningsbronnen ondervindt nauwelijks tot geen invloed. Een maximale invloed van meer dan 10% is daarom als licht negatief beoordeeld.

Tabel 5-23 Maximale afname debiet van de beregeningsbronnen zonder pomp (kan plaatselijk aan de rand van Agriport A7 optreden als de onttrekking maximaal is)

	A1+ B3	A2+ B3	A3+ B3	A0+ B0.1	A0+ B0.2	A2+ B1	A2+ B2
afname debiet (%)	46,6	10,4	28,8	7,9	7,9	38,4	34,3

Bij de beregeningsbronnen met pomp zal het debiet niet meetbaar veranderen.

De gasbronnen worden in het zomerseizoen tevens gebruikt, hoewel in mindere mate dan in het winterseizoen. De afname van het debiet van de gasbronnen in het zomerseizoen zorgt voor een afname van de gasopbrengst. Hier staat echter een hogere opbrengst in het winterseizoen tegenover. Over het gehele jaar gezien wordt dit effect als neutraal beoordeeld.

Invloed op andere onttrekkingen

Invloed KWO, RO en OHB

De invloed van de KWO, RO en OHB reikt tot maximaal 7.200 m van het glastuinbouwgebied. Voor alle geregistreerde grondwateronttrekkingen binnen deze straal is de invloed op de stijghoogte berekend. Alle onttrekkingen bevinden zich in het tweede watervoerende pakket (A). Tabel 5-24 geeft een overzicht van de resultaten.

Tabel 5-24 Invloed KWO, RO en OHB op de stijghoogte [m] bij andere grondwatergebruikers binnen 7,2 km van het glastuinbouwgebied

naam onttrekking	A1+ B3	A2+ B3	A3+ B3	A0+ B0.1	A0+ B0.2	A2+ B1	A2+ B2
t.o. Nieuw Almersdorperweg 12 (agrarisch)	0,32	0,19	0,29	0,10	0,10	0,28	0,21
Sprinkler vuurwerkopslag TC Meliora (noodvoorz.)	0,26	0,23	0,06	0,04	0,04	0,31	0,24
Akkerbouwbedrijf/ rozenkwekerij Molenweg 1	0,13	0,15	0,06	0,03	0,03	0,19	0,16
Driessen Vastgoed (industrieel)	0,04	0,05	0,01	0,01	0,01	0,08	0,05
Beregening Dolfijnweg 18	0,10	0,11	0,03	0,02	0,02	0,14	0,11

Ter plaatse van de agrarische onttrekking op de Nieuw Almersdorperweg treedt een maximale verlaging van de stijghoogte van 32 cm op. Ter plaatse van de noodvoorziening van de vuurwerkopslag treedt een maximale verlaging van 31 cm op. Deze verlagingen hebben geen consequenties voor het functioneren van beide voorzieningen. Bij de overige grondwatergebruikers zijn de stijghoogteveranderingen ook dermate gering dat zij geen invloed hebben op het functioneren.

Bij de alternatieven waarvoor de initiatiefnemer vergunning vraagt, zijn de veroorzaakte stijghoogteveranderingen beduidend kleiner.

Voor zowel de gas- en beregeningsbronnen als de overige onttrekkingen is (meestal) ook de kwaliteit van het onttrokken grondwater van belang. Aangezien de invloed van de voorgenomen grondwateronttrekkingen op de zoetwatervoorraad buiten Agriport verwaarloosbaar is (zie bijlage 12), is ook de invloed op de kwaliteit van het onttrokken grondwater bij andere grondwateronttrekkingen verwaarloosbaar.

Tabel 5-25 Beoordeling invloed KWO, RO en OHB op andere onttrekkingen

aspect	A1+ B3	A2+ B3	A3+ B3	A0+ B0.1	A0+ B0.2	A2+ B1	A2+ B2
invloed op gas- en beregeningsbronnen	-/0	0	-/0	0	0	-/0	-/0
invloed andere onttrekkingen	-/0	-/0	0	0	0	-/0	-/0
totale beoordeling	-/0	0	0	0	0	-/0	-/0

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

5.2.11 Invloed op bodem- en grondwaterverontreinigingen

Het voornemen kan invloed hebben op de grondwaterstroming en daarmee ook op de verspreiding van eventuele grondwaterverontreinigingen. Alleen de verontreinigingen die zich bevinden in gedeeltes van de bodem waar de grondwaterstroming wordt beïnvloed zijn daarom van belang.

In de Wieringermeer is overal sprake van een kwelsituatie. Dit betekent dat verspreiding van verontreinigingen naar het eerste watervoerende pakket onwaarschijnlijk is. Eventuele grondwaterverontreinigingen zullen zich vooral in de deklaag bevinden. De verschillende alternatieven hebben weliswaar enige invloed op de verticale grondwaterstroming in

de deklaag, maar in alle gevallen blijft sprake van een kwelsituatie. Het risico op verspreiding van de eventuele grondwaterverontreinigingen naar het eerste watervoerende pakket wordt daarom niet groter als gevolg van het voornemen.

Mochten er toch grondwaterverontreinigingen zijn doorgedrongen tot in het eerste watervoerende pakket, dan is de invloed op de horizontale grondwaterstroming in het eerste watervoerende pakket van belang. Bij alle alternatieven is de invloed op de horizontale grondwaterstroming in het eerste watervoerende pakket kleiner dan 1 m per jaar. Eventuele grondwaterverontreinigingen in het eerste watervoerende pakket worden daarom niet extra verplaatst als gevolg van het voornemen.

Tabel 5-26 Beoordeling invloed KWO, RO en OHB op bodem- en grondwaterverontreinigingen

aspect	A1+ B3	A2+ B3	A3+ B3	A0+ B0.1	A0+ B0.2	A2+ B1	A2+ B2	A2+ B3
invloed op verontreinigingen	0	0	0	0	0	0	0	0

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

5.2.12 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. Binnen het gebied waar de grondwaterstand kan worden beïnvloed zijn geen natuurgebieden aanwezig. In de meest nabijgelegen natuurgebieden de Oostermare en het te ontwikkelen natuurgebied ten noorden van Kreileroord (Westvaartse plassen) is er dan ook geen invloed op de flora en fauna samenhangend met beïnvloeding van de grondwaterstand.

Wel bevinden zich in het studiegebied "Ecologische Verbindingszones" (enkele vaarten in de Wieringermeer) en gebieden die destijds zijn aangeduid als "Overig Provinciaal Ecologische Hoofdstructuur" (binnendijkse stook langs het IJsselmeer). Behalve alternatief B2, heeft geen van de alternatieven nadelige invloed op de kwaliteit van het oppervlaktewater (zie paragraaf 5.2.7). Er is daarom geen nadelige invloed op de Ecologische Verbindingszones, met uitzondering van alternatief B2. Ter plaatse van de gebieden in de strook langs het IJsselmeer hebben alleen de alternatieven A1, B1 en B2 enige invloed op de grondwaterstand (maximaal 7 cm). Het maaiveld ligt in dit gebied minimaal 1,5 m hoger dan het oppervlaktewaterpeil, waardoor de grondwaterstand hier relatief laag is. Een beïnvloeding van de grondwaterstand met maximaal 7 cm heeft daarom geen nadelige gevolgen.

Ook buiten de natuurgebieden zijn beschermde soorten aanwezig, die kunnen worden beïnvloed via de veroorzaakte grondwaterstandveranderingen. De maximale grondwaterstandverandering bedraagt, afgezien van alternatief B2, 17 cm en treedt op ten noorden van Agriport in een gebied met een drooglegging van ongeveer 1,5 m. Deze grondwaterstandveranderingen is relatief klein en treedt slechts tijdelijk op, zodat geen sprake is van nadelige invloed op natuurwaarden. Bij alternatief B2 wordt een grote verhoging van de

grondwaterstand binnen Agriport veroorzaakt. De verhoging kan licht positief zijn voor aanwezige natuurwaarden.

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. Met het gekalibreerde grondwatermodel is berekend dat de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket in het zuidelijk deel van de Wieringermeer 0,8 à 2 m hoger is dan het oppervlaktewater(streef)peil. Dit betekent dat zelfs bij relatief grote invloed in het eerste watervoerende pakket sprake blijft van een kwelsituatie, waarbij alleen de sterkte van de kwelstroming wordt beïnvloed. Bij alle alternatieven blijft de invloed in het eerste watervoerende pakket beperkt tot maximaal 44 cm, behalve in geval van Alternatief B2.

Concreet is sprake van een toename van de kwel in het winterseizoen, als gevolg van het in de bodem brengen van het overschot aan hemelwater, en een afname van de kwel in het zomerseizoen door de netto onttrekking van gietwater. Op jaarbasis is de invloed op de kwel bij alternatief B2 maximaal 68,5%, bij alternatief B1 maximaal 2,7% en bij de overige alternatieven minder dan 1%. Met uitzondering van alternatief B2 is er geen effect op de kwaliteit van het ondiepe grondwater. Natuurwaarden in de Wieringermeer worden daarom niet nadelig beïnvloed. Bij alternatief B2 wordt enige extra verzilting van het ondiepe grondwater in het glastuinbouwgebied verwacht.

Het natuurgebied de Oostermare bevindt zich niet in de Wieringermeer, maar aan de rand van het "oude land". Hier wordt gemiddeld gezien een oppervlaktewaterpeil van -2,9 m NAP gehandhaafd. De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket ligt tussen ongeveer -3,0 en -3,1 m NAP zodat sprake is van een (lichte) infiltratiesituatie, met een peilverschil tussen het oppervlaktewater en het eerste watervoerende pakket van ongeveer 0,1 à 0,2 m. De invloed op de gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is voor alle alternatieven (behalve bij alternatief B1) kleiner dan 1 cm, zodat de invloed op de jaarlijkse infiltratiestroom verwaarloosbaar is. Bij alternatief B1 is de invloed op de gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerende pakket een afname met 0,03 m. Hierdoor zal de infiltratiestroom enigszins toenemen. Een beperkte toename van de infiltratiestroom heeft geen gevolgen voor de kwaliteit van het ondiepe grondwater en daarmee ook niet voor de natuurwaarden in het gebied.

Tabel 5-27 Beoordeling invloed KWO, RO en OHB op natuurwaarden

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	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

5.2.13 Invloed op de landbouw

Voor de landbouw geldt, net als voor de natuurwaarden, dat deze kan worden beïnvloed via de grondwaterstand en de kwel. Aangezien voor berekening gebruik wordt gemaakt van het zoete grondwater uit het tweede watervoerende pakket, is ook de invloed op de zoetwatervoorraad in het tweede watervoerende pakket van belang (zie bijlage 12).