



www.tno.nl

TNO-rapport

T
F

05-152-B0805

**Geohydrologische systeemanalyse Projectvestiging
glastuinbouw Deurne e.o.**

Datum	31 augustus 2005
Auteur(s)	Y. van der Velde, A. Marsman en J. Rengers
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	35
Aantal bijlagen	2
Opdrachtgever	Arcadis
Projectnaam	
Projectnummer	005.35076

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2005 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Analyse ruimtelijke relaties	4
2.1	Topografie	4
2.2	Historische situatie (1900)	6
2.3	Landschapsanalyse	6
2.4	Verkennde resultaatanalyse van het Waterdoelen model	6
2.5	Samenvatting	7
3	Analyse van het breukensysteem	8
4	Analyse en beschrijving grondwaterreeksen	10
5	Schematiseren (geo)hydrologische situatie	14
5.1	Hydrogeologie	15
6	Model	17
6.1	Modeleigenschappen	19
6.2	Ondergrond	19
6.3	Waterlopen	20
6.4	Neerslag en verdamping	21
6.5	Resultaten stationair basismodel	22
6.6	Plansituatie: scenario berekeningen	25
7	Conclusies	32

1 Inleiding

In de watertoets voor de planontwikkeling voor de projectvestiging Deurne wordt gesteld dat de locatie en inrichting van het glastuinbouwgebied moet voldoen aan het principe van hydrologisch neutraal bouwen. Een belangrijke motivatie hiervoor is dat er geen verdrogende effecten mogen ontstaan op het nabij gelegen VHR (vogel en habitat richtlijn)-gebied de Bult, ook wel bekend als de Deurnsche Peel. Om aan dit principe te kunnen voldoen zullen mogelijk compenserende maatregelen getroffen moeten worden.

Ten behoeve van de milieueffectrapportage en de watertoets dienen mogelijke effecten en effecten van compenserende maatregelen inzichtelijk te worden gemaakt. Een goede geohydrologische systeemanalyse is onontbeerlijk om de (complexe) relaties binnen het hydrologische systeem goed te kunnen beschrijven.

Voor de systeemanalyse zijn de onderzoeksvragen benoemd:

- wat is het effect van de geplande kassen op de grondwateraanvulling en daarmee op de grondwaterstroming?
- wat is het effect van compenserende maatregelen?
- wat is de invloed van de optimale inrichting van het kassencomplex?

Deze kunnen alleen worden beantwoord met behulp van een (geo)hydrologisch model, waarin de verschillende relaties, bijvoorbeeld tussen grond- en oppervlaktewater zijn opgenomen.

Binnen de watertoets is overleg en afstemming met de waterbeheerders belangrijk. Ten behoeve van deze analyse heeft op twee momenten afstemming plaatsgevonden met het waterschap Aa en Maas en de provincie Noord-Brabant. In mei 2005 is het basismodel besproken evenals de eerste resultaten van de analyse en rondvoorwaarden voor de door te rekenen scenario's. In juni 2005 zijn de resultaten van de modelberekeningen besproken evenals de hieruit onttrokken conclusies.

Plangebied en studiegebied

Kort een passage over plangebied en studiegebied (als soort van definitie) Het plangebied is waar het glas komt, het studiegebied is het modelgebied.

Leeswijzer

De in deze rapportage gepresenteerde werkwijze en de resultaten ten aanzien van de vraagstelling omvat de volgende stappen:

- Analyse van de ruimtelijke relaties op basis van beschikbaar kaartmateriaal (hoofdstuk 2)
- Analyse van het breukensysteem rond Deurne
- Analyse van korte recente en lange historische grondwaterreeksen
- Schematisatie van de (geo)hydrologie
- Modelstudie naar de hydrologische effecten van het geplande kassencomplex.

Met deze werkwijze en de bij TNO en ARCADIS aanwezige gebiedskennis zijn goed gefundeerde uitspraken te doen over de hydrologie van de Deurnsche Peel en de hydrologische effecten van de inrichtingsvarianten.

2 Analyse ruimtelijke relaties

2.1 Topografie

In bijlagen A en B is een verzameling kaarten opgenomen waarop de (hydrologische) omgeving rond het potentiële kassencomplex vanuit 2 verschillende schaalniveaus is weergegeven. Bijlage A laat het plangebied voor het kassencomplex en de directe omgeving hiervan zien terwijl bijlage B de ligging in het landschap toont. Hieruit valt het een aantal kenmerken van het plan- en studiegebied af te leiden ten aanzien van de topografie en de waterhuishoudkundige situatie.

Stroomgebieden en waterlopen

Het zoekgebied voor het kassencomplex ligt ten noordoosten van Deurne. De hydrologie van dit gebied wordt voornamelijk bepaald door lokale stroomgebieden en grote waterlopen. Twee stroomgebieden spelen een grote rol in de waterafvoer: De Vlier en De Kaweische loop (foto 2.1). Dit zijn waterlopen met een grote drooglegging en hebben daardoor een groot effect op de lokale grondwaterstroming. Het Peelkanaal of ook wel grenskanaal genoemd (foto 2.2) zorgt voor wateraanvoer in het gebied. Deze waterloop wordt op peil gehouden met Maaswater.

Natuurgebieden

Een belangrijk hydrologisch natuurgebied in de directe omgeving is, zoals reeds eerder aangegeven, het natuurgebied De Bult (foto 2.3 en 2.4). De Bult ligt vlak ten noorden van het toekomstige kassencomplex en net wat lager in het landschap. Er bestaat mogelijk een hydrologische relatie tussen dit gebied en het plangebied voor het kassencomplex. Hierdoor kan beïnvloeding mogelijk zijn. 500 m ten oosten van De Bult ligt het Peelkanaal. De sloten direct om het natuurgebied heen hebben een grote ontwatering (foto 2.3). De Belangrijkste hydrologische verbinding tussen het kassencomplex en het natuurgebied wordt gevormd door de sloot die langs de Paardekopweg, Nachtegaalweg en Padbrugseweg stroomt. Dit is een diepe ont- en wateringssloot met vele stuwen om de sloot niet geheel droog te laten vallen (foto's 2.5-2.7). In de zomer wordt via deze sloot vanuit het Peelkanaal ingelaten water getransporteerd.

De Mariapeel ligt verder van het toekomstige kassencomplex af en ligt in het zuidwesten. De Mariapeel ligt hydrologisch gezien hoger en daardoor bovenstrooms van het kassencomplex, waardoor geen nadelig effect op de Mariapeel te verwachten valt. In de analyse wordt hieraan nog aandacht besteed.



Figuur 2.1 Kaweische Loop



Figuur 2.2 Peelkanaal



Figuur 2.3 Westkant van De Bult



Figuur 2.4 Oostkant van De Bult.

Figuur 2.5 Belangrijke
ontwateringsloot langs
paardekopweg (niet watervoerend)Figuur 2.6 Zelfde belangrijke
ontwateringsloot langs nachtegaalweg
met één van de vele kleine stuwenFiguur 2.7 Zelfde belangrijke
ontwateringsloot langs Paddebrugseweg
(in de verte natuurgebied De Bult)

2.2 Historische situatie (1900)

Vanuit de historische kaart valt de ontginning van de Peel vanaf Deurne tot aan de Nastreek goed te zien. Het nieuw te plannen kassencomplex ligt net aan de rand van het oude ontgonnen land. De belangrijke oude ontsluitingsweg tussen Deurne en Venray was ook toen al een belangrijke verbinding over het ontoegankelijke Peelgebied.

2.3 Landschapsanalyse

Het maaiveldverloop laat duidelijk zien dat het gebied op de westelijke flank van de Peelhorst ligt. Het maaiveld op de flank verloopt grillig, waardoor lage en hoge plekken op deze rand zich snel afwisselen mede onder invloed van het breukensysteem. Hierdoor kunnen lokaal droge en natte plekken ontstaan. Dit is in het landschap aan de dichtheid en waterpeil van de sloten eenvoudig terug te zien (foto's 2.8 en 2.9). Het natuurgebied De Bult ligt in een dergelijke lokale depressie in het landschap.



Figuur 2.8 Watervoerend sloot met pomp in laag gelegen deel.



Figuur 2.9 Droge sloot in hoger deel.

2.4 Verkennende resultaatanalyse van het Waterdoelen model.

Het waterdoelenmodel is een door TNO ontwikkeld grondwatermodel van de provincie Brabant, waarmee stijghoogten zijn berekent voor de watervoerend pakketten met grove cellen van 250*250 m. Bijlage B laat kort resultaten zien van dit grondwatermodel voor de omgeving Deurne.

De berekende diepe hoogste stijghoogte (GHS) ten opzichte van maaiveld laat zien dat natte plekken in het landschap overeenkomen met relatieve laagtes op de flank van de Peelhorst. Wanneer je deze diepe stijghoogte vergelijkt met het waterpeil, dan zie je meteen de stroomgebieden van De Vlier en de Kawischelooop eruit springen. Door de grote droogleggingen in het gebied vindt nergens kwel tot in het maaiveld plaats, maar stroomt er wel veel kwel naar de sloten. Dit is in het veld ook duidelijk waar te nemen (foto)



Figuur 2.10. Anaërobe bacteriën die leven in kwelwater vormen een olieachtig vliesje op het water.

2.5 Samenvatting

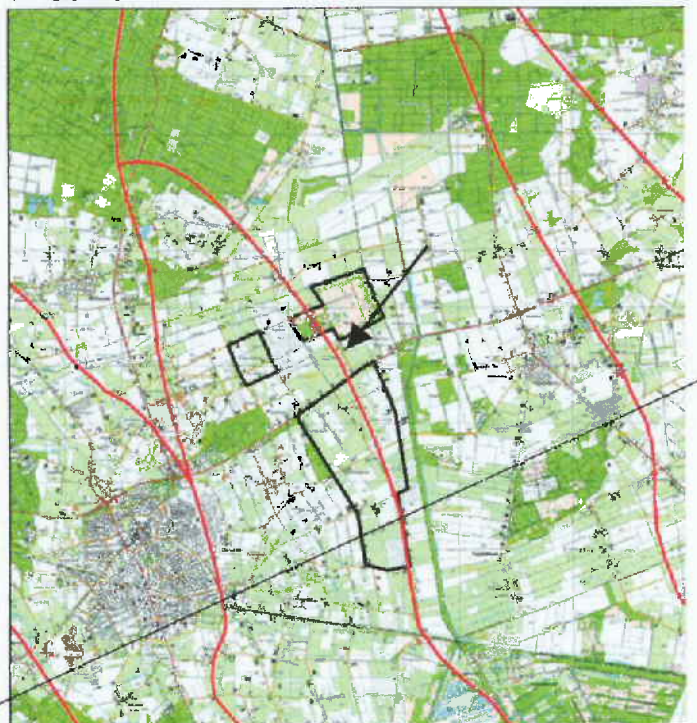
Om een eerste impressie te krijgen van de ruimtelijke relaties in het te onderzoeken gebied, is een analyse van de ruimtelijke relaties uitgevoerd op basis van kaartmateriaal en een bezoek aan het gebied. Hieruit is het volgende gebleken: Het zoek (plan)gebied voor het kassencomplex wordt gekenmerkt door 3 grote waterlopen, die voornamelijk veel water afvoeren en daardoor een grote invloed hebben op de grondwaterstand in en buiten het plangebied. Het naburige gelegen natuurgebied 'De Bult' is omringd door veel lokale waterlopen, evenals de rest van het studiegebied. Deze waterlopen hebben op het oog een grote ontwaterende invloed. De afvoer uit het studiegebied is hierdoor groot en er vindt nergens kwel plaats aan maaiveld maar wel in de sloten.

3 Analyse van het breukensysteem

Dwars door het kassen zoekgebied loopt de Griendtsveenbreuk tot in de Formatie van Beegden (2 tot 8m onder het maaiveld, figuur 3.2). Deze breuk loopt min of meer parallel aan het Peelkanaal en gedeeltelijk over de Nachtegaalweg. Foto 3.1 is genomen bij de pijl van figuur 3.2 en laat zien dat het water ter plekke niet weg loopt, terwijl de bodem terplekke uit zand bestaat. Dit kan duiden op wijstgronden. Door versmering in de breuk en een sprong in de dikte van het pakket blijft het water hier op het land staan. Dit laat al zien dat de breuken een belangrijk effect hebben op de grondwaterstroming en zeker moeten worden meegenomen in de modelering.

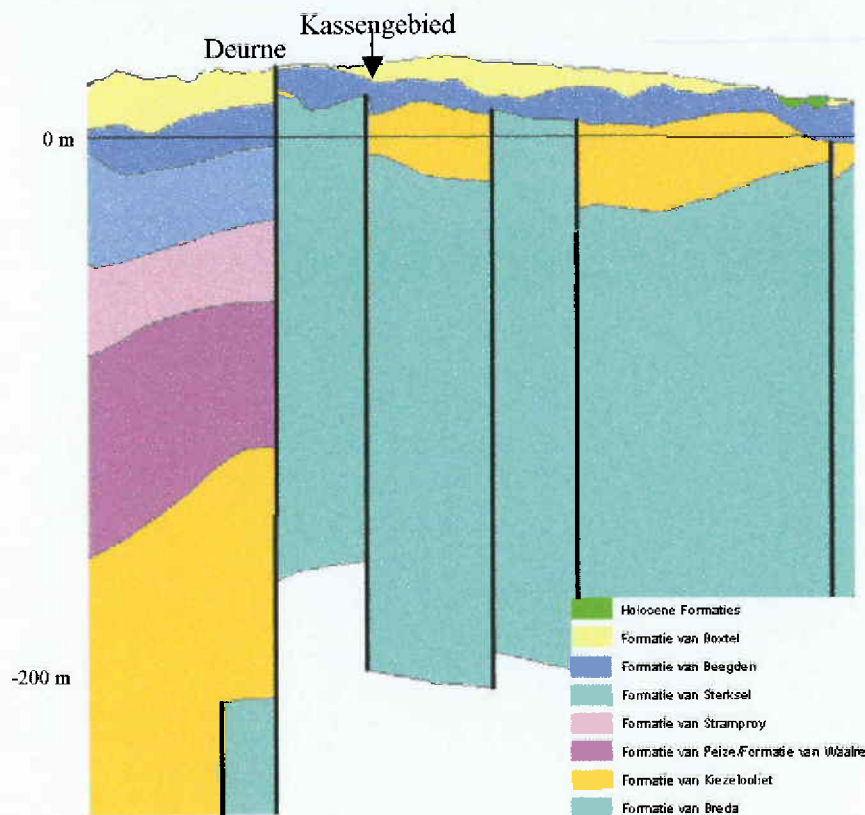


Figuur 3.1 Foto van Zeer natte plekken in het grasland vlak naast Natuurgebied De Bult (zie pijl figuur 3.2)



Figuur 3.2 Ligging van de breuken.

Figuur 3.3 laat een dwarsdoorsnede zien van het breukensysteem vlakbij Deurne. De eerste grote breuk (van links naar rechts) is de Peelrandbreuk op de grens tussen de Peelhorst en de slenk (Bij Deurne). De 2e breuk is de Griendsveenbreuk, die loopt door het plangebied. De sprongen in de dikte van het doorlatende pakket zijn opmerkelijk. Deze sprongen zullen terug komen in de KD schematisatie van het Top pakket. Hoewel de sprong in KD van de griendsveenbreuk veel kleiner is dan de sprong van de peelranbreuk, is het effect van de sprong in KD van de griendsveenbreuk voor het plangebied veel belangrijker. Omdat de breuk niet doorloopt tot aan het maaiveld is de breuk niet te herkennen aan een maaiveldsprong, maar wel aan de lokale grondwaterstroming (veel meer natte plekken)



Figuur 3.4 Dwarsdoorsnede van het breukensysteem.

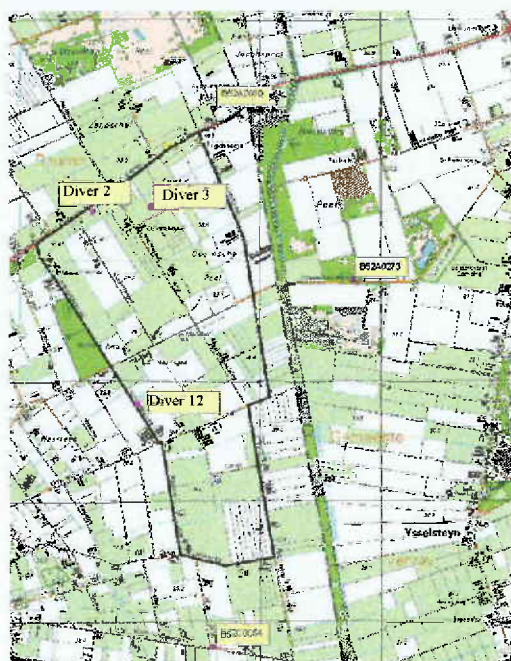
Samenvatting

Er loopt een breuk dwars door het kassen zoekgebied, wat zorgt voor een sprong in de doorlatendheid van de bodem op deze grens. Vanwege de invloed hiervan op de grondwaterstroming, is er een analyse uitgevoerd van het breukensysteem. Dit zal in het grondwatermodel worden verwerkt door een sprong in KD aan te brengen over de breuk.

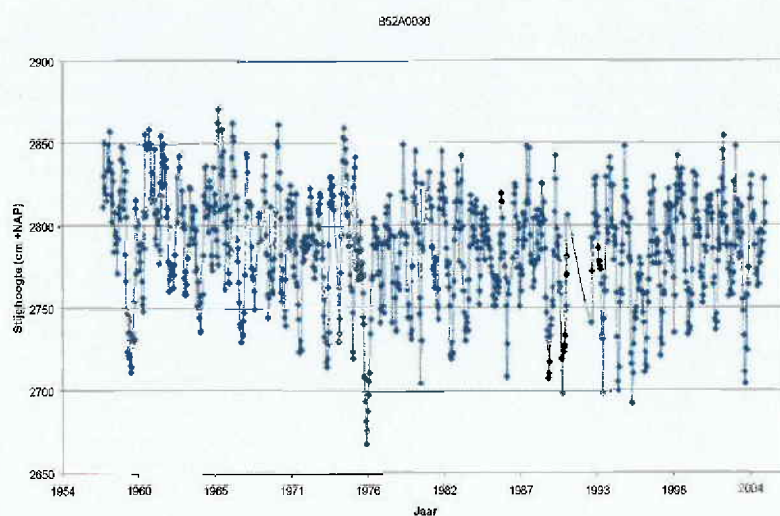
4 Analyse en beschrijving grondwaterreeksen

In Dino (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond) zijn 3 lange reeksen beschikbaar van grondwaterstandmetingen in de deklaag rond het zoekgebied. Deze reeksen betreffen metingen van de grondwaterstand in drie peilbuizen (na)bij het plangebied. Kaart 4.1 geeft de locaties van deze buizen. Alle drie de buizen geven een maximale fluctuatie van ongeveer 1.5 m (zie figuur 4.2 t/m 4.4). De jaarlijkse fluctuatie is ongeveer 0.8 meter. Uit de lange reeksen valt een lichte daling van de grondwaterstand tussen 1960 en 1980 waar te nemen, maar eigenlijk blijken er geen grote veranderingen in de grondwaterstand in de afgelopen 50 jaar te zijn opgetreden.

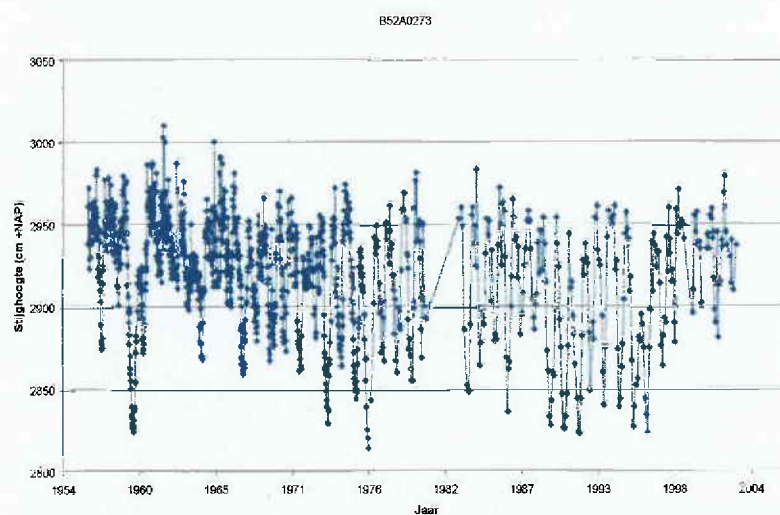
Figuur 4.5 geeft 3 kortlopende meetreeksen met behulp van divers van recent in het gebied geplaatste peilbuizen (nrs. 2, 3 en 12). De fluctuatie in deze periode is gering en kan daardoor moeilijk geëxtrapoleerd worden naar de lange reeksen. Een gelijke jaarlijkse fluctuatie van ongeveer 80 cm valt wel te verwachten.



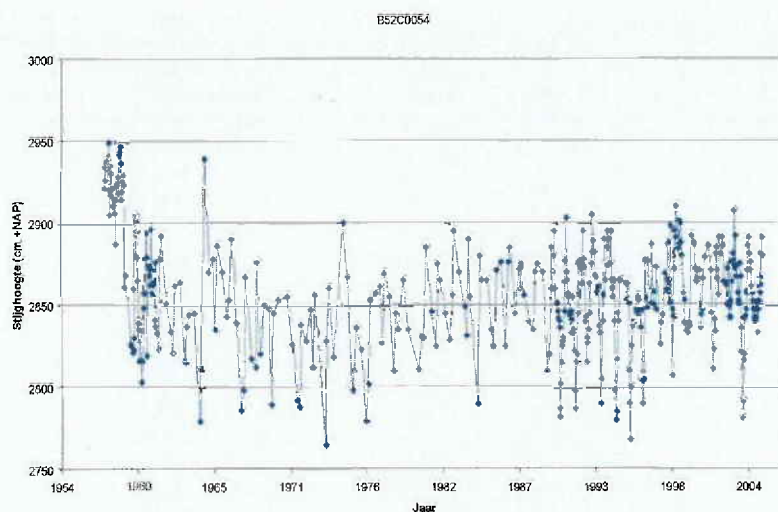
Figuur 4.1 Overzichtskartaal van 6 recent bemeeten peilbuizen



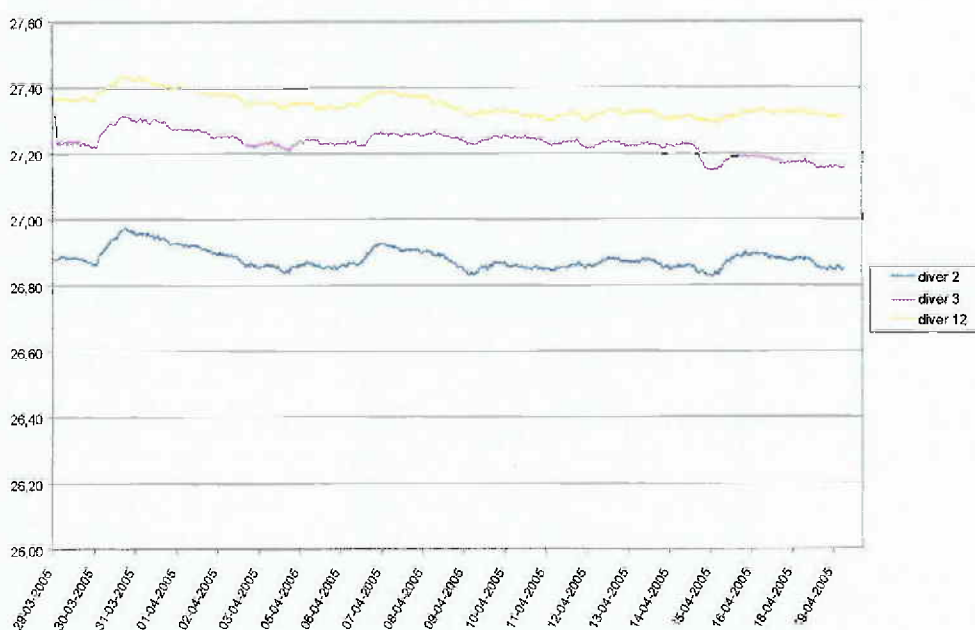
Figuur 4.2 Lange tijdreeks peilbuis B52A0030: bovenkant hoogste filter 2951 cm t.o.v. NAP, onderkant laagste filter 1219 cm t.o.v. NAP



Figuur 4.3 Lange tijdreeks peilbuis B52A0273: bovenkant hoogste filter 3110 cm t.o.v. NAP



Figuur 4.4 Lange tijdreeks peilbuis B52A0030: bovenkant hoogste filter 3059 cm t.o.v. NAP, onderkant laagste filter 1949 cm t.o.v. NAP



Figuur 4.5 Korte tijdreeksen van grondwaterstand in peilbuizen in het plangebied (semi-continue meting (1/uur)).

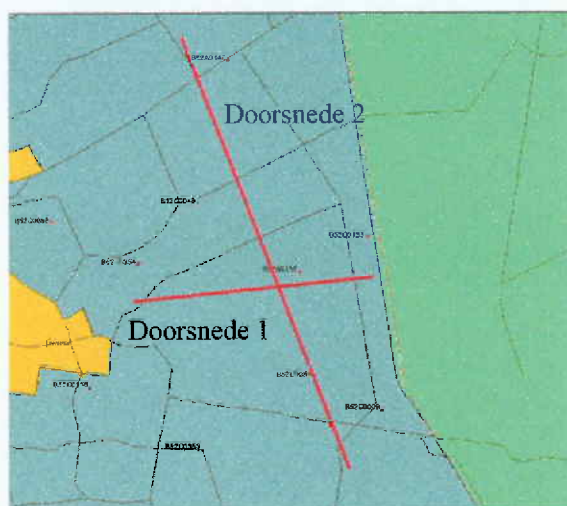
Samenvatting

Om de keuze voor een stationair model dan wel niet-stationair model te maken, is er gekeken naar de kort recente en lange historische grondwaterreeksen. De lange tijdreeksen laten zien dat er in de afgelopen 50 jaar geen grote veranderingen in de hydrologie hebben plaatsgevonden. Het stationaire model, waarbij het niet gaat om de jaarlijkse fluctuatie, kan dus ook goed worden vergeleken met wat oudere metingen. Bij dit gebied hoort een gemiddelde jaarlijkse fluctuatie van ongeveer 80 cm en een maximale fluctuatie van 1,50 m. De recent gemeten tijdreeksen zijn te kort

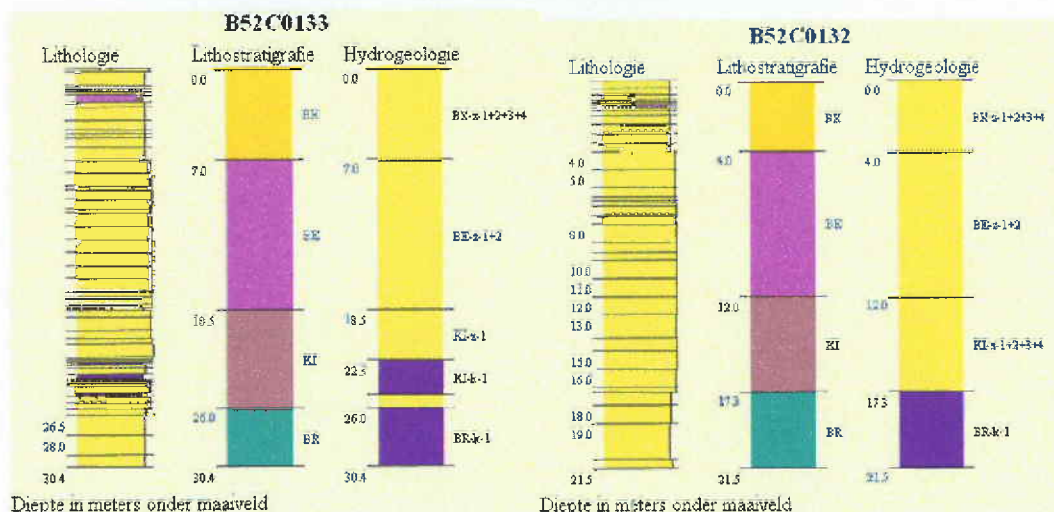
en hebben te weinig fluctuatie om aan de bestaande lange tijdreeksen te kunnen worden gekoppeld.

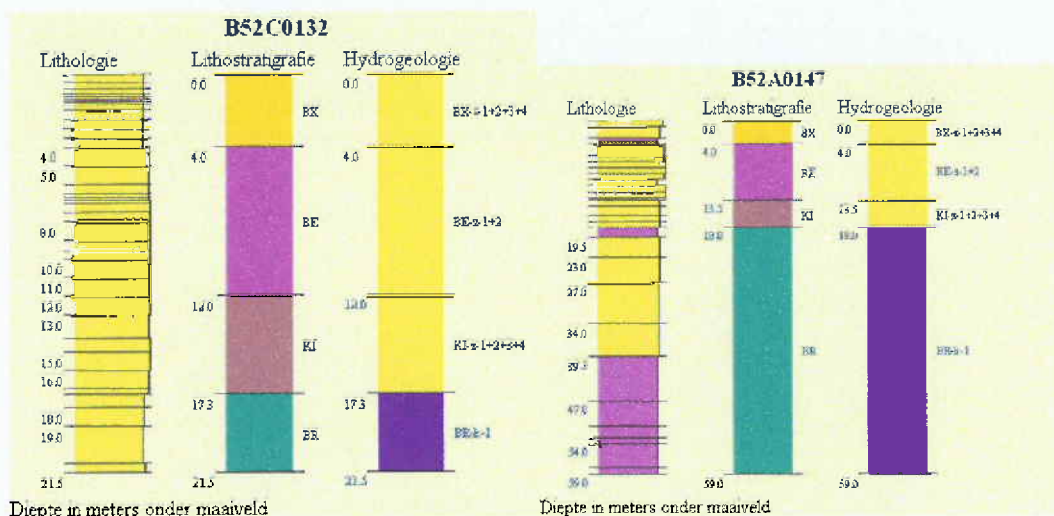
5 Schematiseren (geo)hydrologische situatie

De (geo)hydrologische schematisatie van de ondergrond is gebaseerd op De REGIS (Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem). Figuren 5.1, 5.6 en 5.7 geven 2 doorsneden. De klei uit de formatie van Breda is de belangrijkste scheidende laag tussen het topsysteem en het eerste watervoerende pakket (Formatie van Bostel, van Beegden en de Kiezeloolliet formatie). Doorsnede 1 geeft aan dat in de Klei uit de Formatie van Breda van west naar oost ongeveer 20m onder het maaiveld ligt. Doorsnede 2 laat zien dat de formatie van Breda naar het Zuiden toe dichtter aan het oppervlak komt.



Figuur 5.1 Boringen en 2 hydrogeologische doorsneden





Figuur 5.2-5.5 Boringen omgezet naar Lithostratigrafie en Hydrogeologie (Regis light)

Lithologie

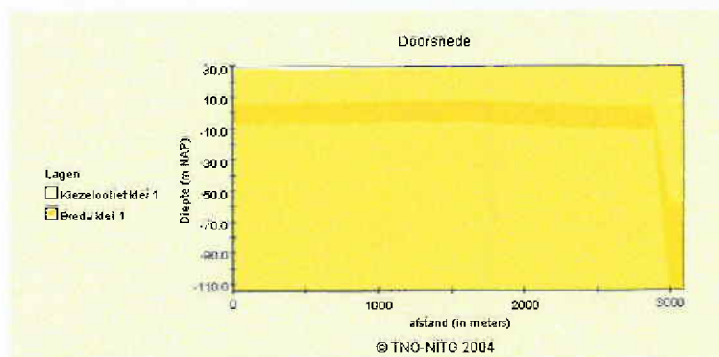
Lithostratigrafie: In het gebied zijn 4 formaties gedefinieerd:

- Bx Formatie van Boxtel
- Be Formatie van Beegden
- Ki Kiezelooliet formatie
- BR Formatie van Breda

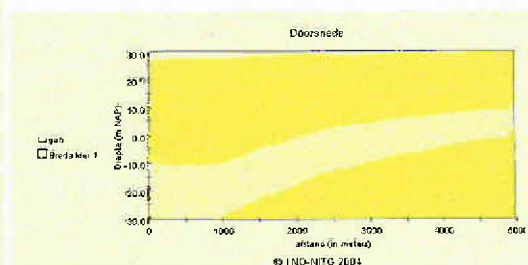
5.1 Hydrogeologie

De formaties BX, BE, KI van figuren 5.2 tot 5.5 vormen de deklaag en daarmee het 1^e watervoerende pakket. De formatie van Breda bestaat uit kleien en zanden. Deze zandlagen behoren nog tot het watervoerende pakket terwijl de kleilagen de hydrologische basis vormen.

Het grondwater model bestaat dus uit 1 modellaag die in dikte varieert, vooral afhankelijk van de ligging van de breuken waar een sprong in de dikte van het watervoerende pakket optreedt (figuur 5.6). Van noord naar zuid neemt de dikte van het watervoerende pakket langzaam af van 40 tot ongeveer 20 m dik. In het plangebied is dit pakket ongeveer 25 m dik.



Figuur 5.6 Doorsnede 1 (van west naar oost)
De ligging van de Breda klei



Figuur 5.7 Doorsnede 2 (van noord naar zuid) De
ligging van de Breda klei

5.2 Boringen

De ondiepe boringen van Arcadis in het kassengebied laten zien dat de ondiepe bodemopbouw vooral bestaat uit Matig fijne zanden (formatie van Boxtel).

Samenvatting

Om meer inzicht te krijgen in de hydrogeologie van het onderzoeksgebied, is de schematisatie van de ondergrond bestudeerd. Deze gegevens en ondiepe boringen van Arcadis laten zien dat de ondiepe bodemopbouw bestaat uit matig fijne zanden. De dikte hiervan varieert vanwege de breuk die door het gebied loopt.

6 Model

Uit de voorgaande analyse is gebleken dat het hydrologische systeem in een kwetsbaar gebied zoals de omgeving van Deurne mogelijk erg gevoelig is voor veranderingen omdat de hydrologie van het gebied vooral wordt bepaald door lokale stroomgebieden en waterlopen. De geplande kassen zorgen lokaal voor een verminderde infiltratie. Het Peelkanaal, De Vlier, de Kaweische loop, de Deurnse Peel en de bebouwing van Deurne bepalen in grote mate de lokale hydrologie. 'De Bult' is een hydrologisch gevoelig natuurgebied in de nabijheid van het plangebied.

Om eventuele veranderingen in het hydrologische systeem (door realisatie van de projectvestiging glastuinbouw) kwantitatief te kunnen voorspellen zijn de complexe regionale en lokale hydrologische relaties opgenomen in een modelinstrumentarium.

Het modelinstrumentarium betreft een gedetailleerd ruimtelijk model op lokaal schaalniveau, waarmee de uitstraling van mogelijke effecten van de projectvestiging glastuinbouw goed kan worden bepaald. Het modelinstrumentarium betreft een stationair model met een gedetailleerd topsysteem.

Het model is een doorontwikkeling van het provinciale Waterdoelenmodel. Dit model heeft een bijdrage geleverd aan het Integraal Hydrologisch Streefbeeld dat is meegenomen bij het opstellen van de reconstructieplannen. Ten behoeve van deze systeemanalyse is het bestaande model verfijnd en geoptimaliseerd. De volgende aanpassingen zijn doorgevoerd:

- verfijning van het modelnetwerk tot 25*25m (dit was 250*250m),
- invoering van het maaiveld op 25*25 m, (voorheen 250*250m)
- nauwkeurige inpassing van waterlopen en waterpeilen (voorheen 250*250m),
- het gebruik van bestaande boringen om de huidige schematisatie te evalueren.

In het onderstaande zal het model worden aangehaald als "het Deurnemodel".

Het onderstaande kader geeft algemene informatie met betrekking tot het waterdoelenmodel

Het provinciale Waterdoelenmodel is opgezet in het simulatieprogramma Modflow. Dit programma wordt voor een breed palet aan geohydrologische vraagstukken gebruikt om grondwaterstroming in het verzadigde gedeelte van de ondergrond te modelleren. Modflow beschikt over modules voor neerslag en verdamping, de relatie oppervlaktewater-grondwater en grondwateronttrekkingen. Daarnaast is het mogelijk om verschillende methoden voor modelberekeningen toe te passen. Het is bijvoorbeeld mogelijk om stationair maar ook niet stationair berekeningen uit te voeren.

voeren. Daarnaast zijn er verschillende methoden beschikbaar voor de ijking, voor de doorvertaling van meetgegevens naar de parameterwaarden, en voor de uitvoer van berekeningsgegevens. Voor het Waterdoelenmodel is Modflow door TNO in een gebruiksvriendelijke omgeving ondergebracht, het zogenaamde PMOD.

Voor het Waterdoelenmodel is een omvangrijke databank met invoergegevens en hulpgegevens voor analyse van de resultaten opgebouwd in samenwerking met de betrokken uitvoerende partijen en gegevensbeheerders (waterschappen, waterwinbedrijven, onderzoeksinstituten, provincies). De databank en daarmee het Waterdoelenmodel kent de volgende kenmerken:

- *de gebiedsbegrenzing*: Het projectgebied beslaat het grondgebied van de provincie Noord-Brabant en het relevante omgevingsgebied bestaande uit het Markiezaat, een deel van Limburg tot de Maas en een deel van België tot de waterscheiding van de stroomgebieden van Maas en Schelde.
- *de geologische ondergrond*: De geohydrologische basis wordt gevormd door de kleiig ontwikkelde delen van de Formatie van Breda en de Boomse Klei. De geohydrologische modelschematisatie is opgesplitst voor zowel westelijk Noord-Brabant (ruwweg tot aan de westzijde van de Centrale Slenk), centraal Noord-Brabant (de Centrale Slenk) en oostelijk Noord-Brabant (de Peelhorst en Venloslenk) weergegeven.
- *Grondwateronttrekkingen*: De gegevens over de onttrekking van grondwater betreft de periode 1991-1998 voor drinkwatervoorziening, industriële en agrarische(incl. beregening)onttrekking in Brabant en een deel van België en Limburg.
- *topsysteem: ondiepe ondergrond, oppervlaktewater*: Voor de ondiepe ondergrond is gebruikt gemaakt van 74.000 boorlocaties uit het boorarchief DINO. De gegevens van het oppervlaktewater (ligging, geometrie, peilen en afvoer) zijn afkomstig van waterschappen, Rijkswaterstaat/RIZA, provincie Noord-Brabant, Alterra, TNO-NITG, AMINAL. Het oppervlaktewatersysteem is opgedeeld in drie afwaterstelsels (primaire, secundaire en tertiaire) en buisdrainage.
- *topsysteem: landgebruik, neerslag en verdamping*: Aan de hand van neerslaggegevens van 6 neerslagstations in de periode 1991-1998 en 30-jaars gegevens van de Bilt is een karakteristiek weerjaar vastgesteld. Dit fictieve weerjaar is gebruikt voor de berekeningen. De potentiële referentieverdamping afgeleid uit de meteorologisch reeksen is omgezet naar de actuele gewasverdamping.
- *maaiveld*: Het maaiveld is gebaseerd op de AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland) aangevuld met gegevens uit België

Het waterdoelenmodel is dus een grondwatermodel waarin ongeveer alle beschikbaar geologische, bodemkundige, meteorologische en hydrologische informatie is opgenomen. Het model is ruimtelijke verdeeld in gridcellen van 250*250 meter. Hiermee vormt dit model een goede basis voor gedetailleerde grondwatermodellen voor gebiedsspecifieke situatie.

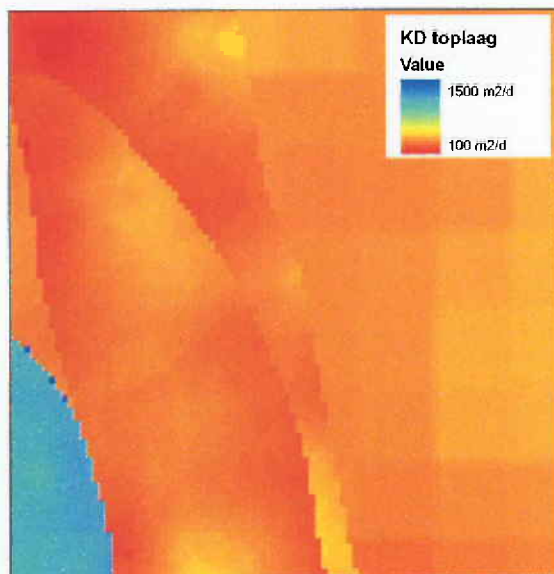
6.1 Modeleigenschappen

Het Deurnemodel is 12*12 km groot en is opgebouwd uit 25*25m rekencellen (480 rijen bij 480 kolommen). Het model bestaat uit 1 laag, met als ondoorlatende basis de formatie van Breda (figuur 5.2).

6.2 Ondergrond

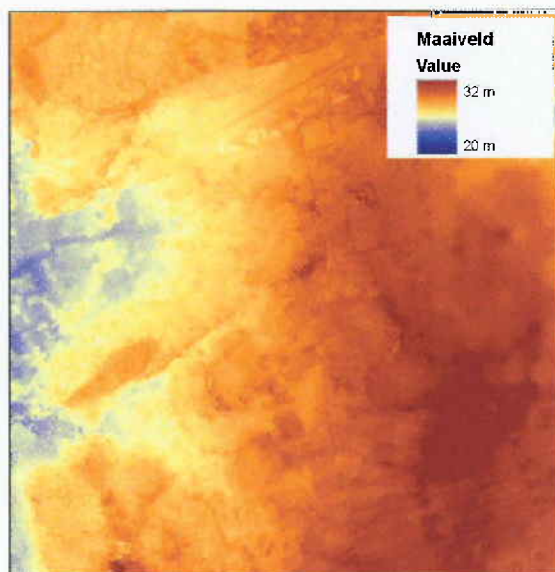
De schematisatie van de ondergrond van het Waterdoelenmodel dient als basis voor het Deurnemodel. Het topsysteem is verfijnd door het topsysteem (de bovenste 15 meter) van het Waterdoelenmodel aan te vullen met de nieuwste data beschikbaar vanuit REGIS (regionaal geografisch informatiesysteem). De REGIS-data zijn echter niet aanwezig voor Noord-Limburg.

Uit hoofdstuk 5 blijkt dat de dikte van toplaag varieert tussen de 15 en 40m. Hierbij vinden we KD waarden (doorlaatvermogen van het watervoerende pakket) tussen de 250 en 350 m²/dag (zie figuur 6.1).



Figuur 6.1 KD toplaag (bron: Regis)

Het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN, Brabant) is gebruikt om de geometrie van het topsysteem te verfijnen. Het AHN is gefilterd voor obstakels zoals gebouwen en bomen, en opgeschaald naar 25*25 m (zie figuur 6.2).

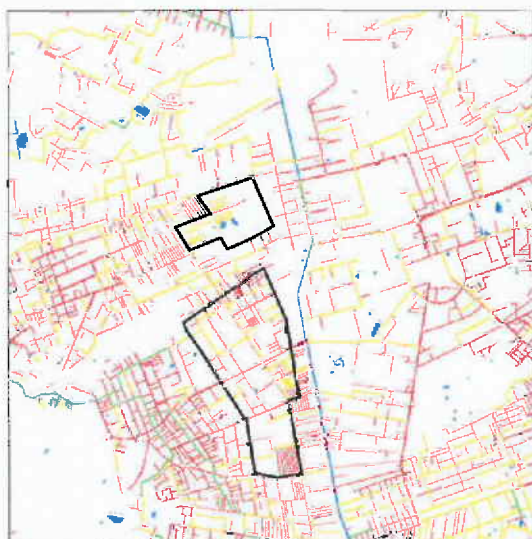


Figuur 6.2 Gedetailleerd maaiveld

6.3 Waterlopen

De waterlopen worden in het model geschematiseerd door de Top10 vector-kaart. Dit is een kaart met de topografie op een schaal van 1:10.000. Binnen de Top10vector-kaart worden waterlopen verdeeld in 4 klassen (figuur 6.3):

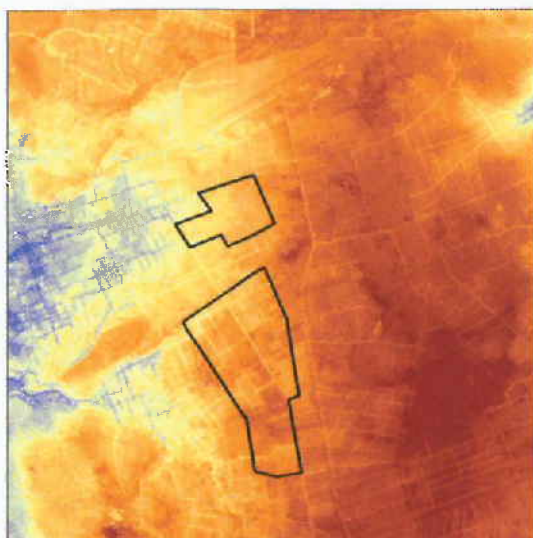
- Klasse 1: 0-1 m breed (rood)
- Klasse 2: 1-3 m breed (geel)
- Klasse 3: 3-6 m breed (groen)
- Klasse 4: > 6m breed (blauw)



Figuur 6.3 Top10vector kaart met 4 klassen waterlopen

De zwarte contouren zoals die aangegeven in figuur 6.1, 6.2 en 6.3, geven de oorspronkelijke zoekgebieden (zuidelijke contourlijn) waar mogelijkheden zijn voor kasbouw en het natuurgebied "De Bult" (noordelijke contourlijn). In paragraaf 6.6 worden de definitieve locaties getoond.

Voor de hoofdwaterloop (en) in en buiten het plangebied zijn de stuwpeilen gebruikt, zoals door het Waterschap Aa en Maas op kaart aangeleverd. Het peil van de overige waterlopen is via een filtertechniek uit het AHN gefilterd (figuur 6.4).



Figuur 6.4 Maaiveld met waterpeilen

Naast oppervlaktewaterpeilen en locaties zijn er hydrologische parameters toegekend op basis van de top10vector klassenindeling. Deze parameters en bijbehorende waarden zijn weergegeven in tabel 6.1.

Tabel 6.1 Parameters voor waterloopmodellering.

	Weerstand drainage (d)	Weerstand infiltratie (d)	Infiltratie	Diepte (m)
Hoofd waterloop in Kassen gebied	3	9	Ja	0.3
Klasse 1	3	9	Nee	0.3
Klasse 2	3	9	Nee	0.5
Klasse 3	3	9	Nee	1.0
Klasse 4	5	15	Ja	1.8

6.4 Neerslag en verdamping

Het neerslagoverschot is naast van de regen en verdamping afhankelijk van het landgebruik. In bebouwing wordt een gedeelte van de neerslag direct afgevoerd via het riool of via sloten (+/-28 % neerslagoverschot). In bossen

blijft water hangen op de bladeren zonder dat het infiltreert in de bodem (+/- 25 % neerslagoverschot).

Voor het stationaire model zijn we uitgegaan van statistische neerslag en verdampingscijfers over de afgelopen 10 jaar bepaald voor het Waterdoelen gebied (Waterdoelen model), daarnaast zijn de gegevens over neerslag en verdamping vergeleken met recente gegevens uit Eindhoven:

- Jaargemiddelde neerslag: 798 mm
- Jaargemiddelde verdamping: 562 mm

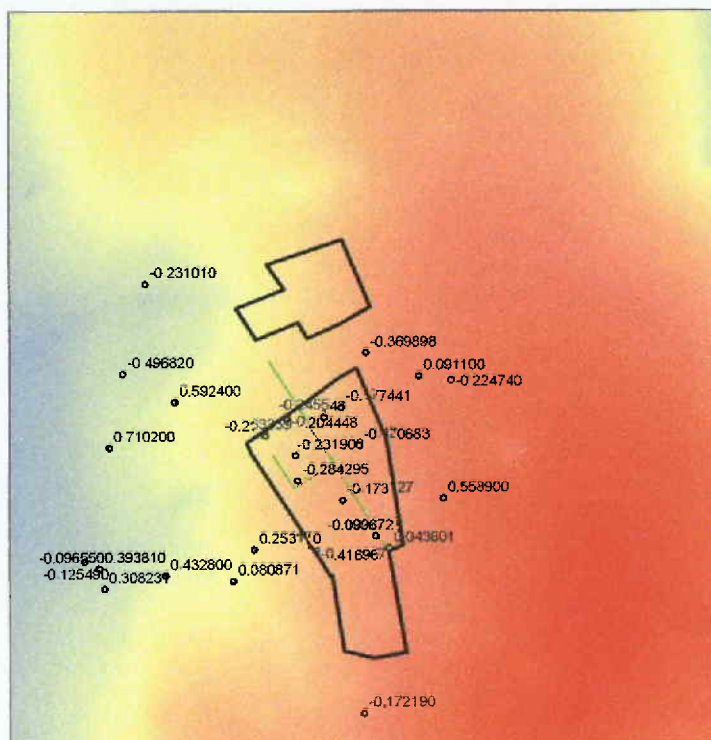
6.5 Resultaten stationair basismodel

Er is gekozen voor een stationair model om goed de ruimtelijke relaties in het gebied te kunnen beschrijven. Uit vorige hoofdstukken is gebleken dat met name de waterlopen en breuken bepalend zijn voor de hydrologie zodat een stationair model voldoet om de ruimtelijke effecten van kassenbouw te beschrijven.

Figuur 6.5 laat de berekende grondwaterstand zien als eindbeeld van de stationaire situatie. Dit eindbeeld is vergelijkbaar met de gemiddelde grondwaterstand, zodat in enige mate een verificatie plaats kan vinden van de mate waarin het model de grondwaterstanden goed voorspelt.

De berekende grondwaterstand is vergeleken met schattingen van gemiddelde waterstand uit DINO-tijdreeksen, die sinds 1980 nog een keer bemeten zijn. Dit zijn schattingen van de april-grondwaterstand van reeksen. In het stationaire model wordt gerekend met de gemiddelde grondwateraanvulling die overeenkomt met de situatie in april.

De punten binnen het zoekgebied zijn meetpunten van ARCADIS. De geschatte gemiddelde grondwaterstanden in deze punten zijn gebaseerd op de metingen uit maart en april 2005.

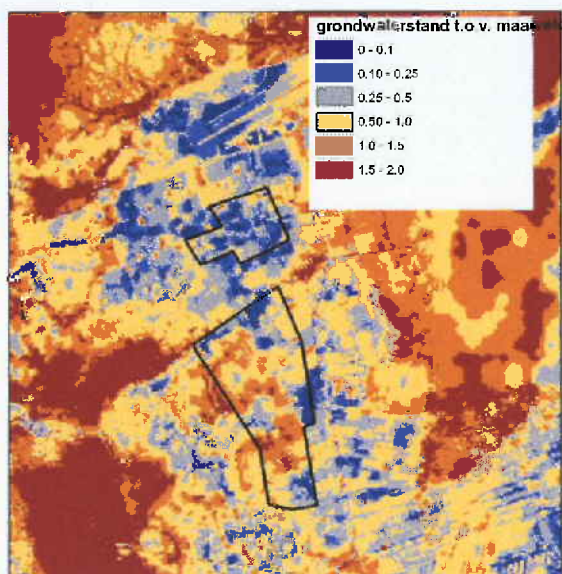


Figuur 6.5 Grondwaterstand (laag 1) met ijkpunten (gemeten – berekend)

Opmerking:

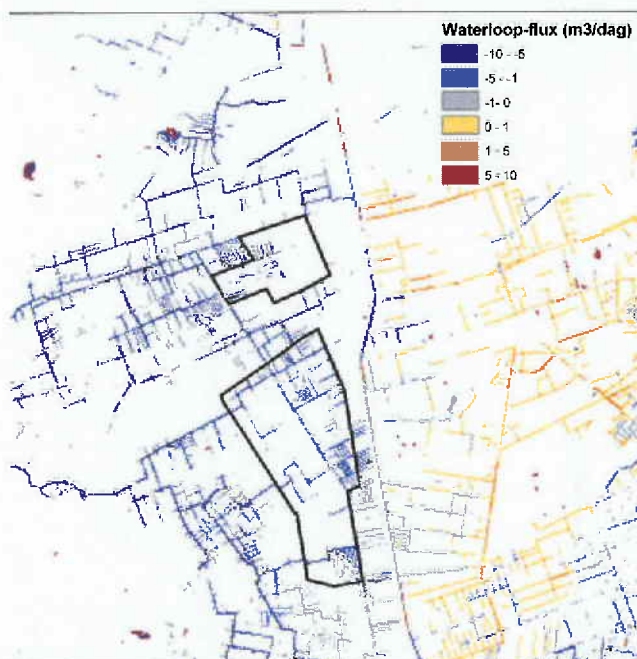
Met een stationair model is het moeilijk betekenis aan de afwijkingen van gemeten ten opzichte van berekende waarden toe te kennen. De reden hiervoor is dat een stationaire toestand nooit gemeten wordt. De afwijkingen ten opzichte van geschatte stationaire gemeten freatische grondwaterstanden bedraagt niet meer dan 50 cm, wat gezien het grote verhang (5m op 5km), geen grote afwijking is. Binnen het zoekgebied lijkt het of de berekening een te natte situatie opleveren (grondwaterstanden cq stijghoogten overschat). De oorzaak hiervan is de korte meetperiode, waardoor het niet goed mogelijk is om de stationaire waarde uit deze tijdreeksen te schatten. De lange meetreeksen uit hoofdstuk 4 laten zien dat de jaarlijkse grondwaterstandfluctuatie meer dan één meter kan bedragen. Zelfs de gemiddelde grondwaterstand per jaar kan tussen jaren sterk variëren (tot 40 cm).

Figuur 6.6 geeft de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld. Duidelijk is te zien dat droge en natte plekken binnen zeer korte afstand van elkaar voorkomen. Binnen het natuurgebied De Bult liggen alle grondwaterstanden dicht aan het maaiveld.



Figuur 6.6 Grondwaterstand t.o.v. maaiveld

Figuren 6.7 laat de berekende flux naar de waterlopen zien. (een flux is in deze situatie de mate waarin water vanuit de bodem naar een watergang toestroomt (kwel, de waterloop draineert) of juist infiltreert vanuit de watergang in de bodem (infiltratie)) De Vlier springt eruit door de grote hoeveelheid kwel. Verder is duidelijk te zien welke waterlopen wel (blauw) en niet draineren (rood). Vooral westelijk van het Peelkanaal wordt veel water gedraineerd.



Figuur 6.7 Flux naar waterlopen

Waterbalans

Met behulp van een waterbalans kan worden bepaald in hoeverre een ruimtelijke of technische ingreep in het plangebied leidt tot effecten op de waterhuishouding. Door de ingreep, waaronder de projectvestiging glastuinbouw, kan de omvang van waterstromen binnen waterbalans wijzigen. Het is dan ook belangrijk dat de waterbalans voor de huidige situatie voor kenmerken elementen in het studiegebied wordt bepaald.

Tabel 6.2 geeft de waterbalans van het plangebied en de directe omgeving, het natuurgebied de Bult en de centrale waterloop die in noordzuidelijke richting door het plangebied loopt. Deze waterloop zal niet gewijzigd worden door de realisatie van de projectvestiging. Uit de waterbalans van het plangebied blijkt dat de hoeveelheid water die in en uit het gebied gaat bijna gelijk is (3.8 m³/dag gebied in). De centrale sloot heeft een drainerende werking (285 m³/dag gebied uit).

Tabel 6.2 Waterbalans Basissituatie (huidige situatie) .

	Plangebied in (m ³ /dag)	Plangebied uit (m ³ /dag)	De Bult in (m ³ /dag)	De Bult uit (m ³ /dag)	Centrale sloot in (m ³ /dag)	Centrale sloot uit (m ³ /dag)
Maaiveld*		595		963		
Sloten**	68.8	1580	1	398	18	441
Neerslag	2110		996		138	

* Maaiveld: water wat door hoge grondwaterstand wordt afgevoerd via het maaiveld.

** Sloten: afvoer/aanvoer van water via de sloten

6.6 Plansituatie: scenario berekeningen

In kader van de gestelde onderzoeksvragen zijn verschillende scenario's doorgerekend om de mogelijke effecten van de projectvestiging op grondwaterstand en grondwaterstroming nader in beeld te brengen. Deze zijn:

scenario's beschrijven

Scenario 1.

Het eerste scenario betreft het plaatsen van de kassen zoals aangegeven met de rode lijn in figuur 6.8. De implementatie van de kassen in het model houdt in dat op het oppervlakte bestemd voor de kassenbouw het neerslagoverschot verdwijnt en de waterlopen binnen dit gebied worden gedempt. Slechts de noord-zuid waterloop die tussen de kassen door loopt wordt gehandhaafd. Het effect van deze maatregelen op de grondwaterstand is te zien in figuur 6.8. Het effect is een maximale daling van de grondwaterstand van 13 cm midden onder de westelijke kassen. Deze daling wordt veroorzaakt doordat de toevoer (neerslagoverschot) ontbreekt. Het is opvallend dat de uitstraling zeer beperkt blijft. Als er vanuit wordt gegaan van een grenswaarde van 5 cm (de legenda in figuur 6.8 gaat tot 1 cm), dan blijft de uitstraling onder de locatie van de kassen

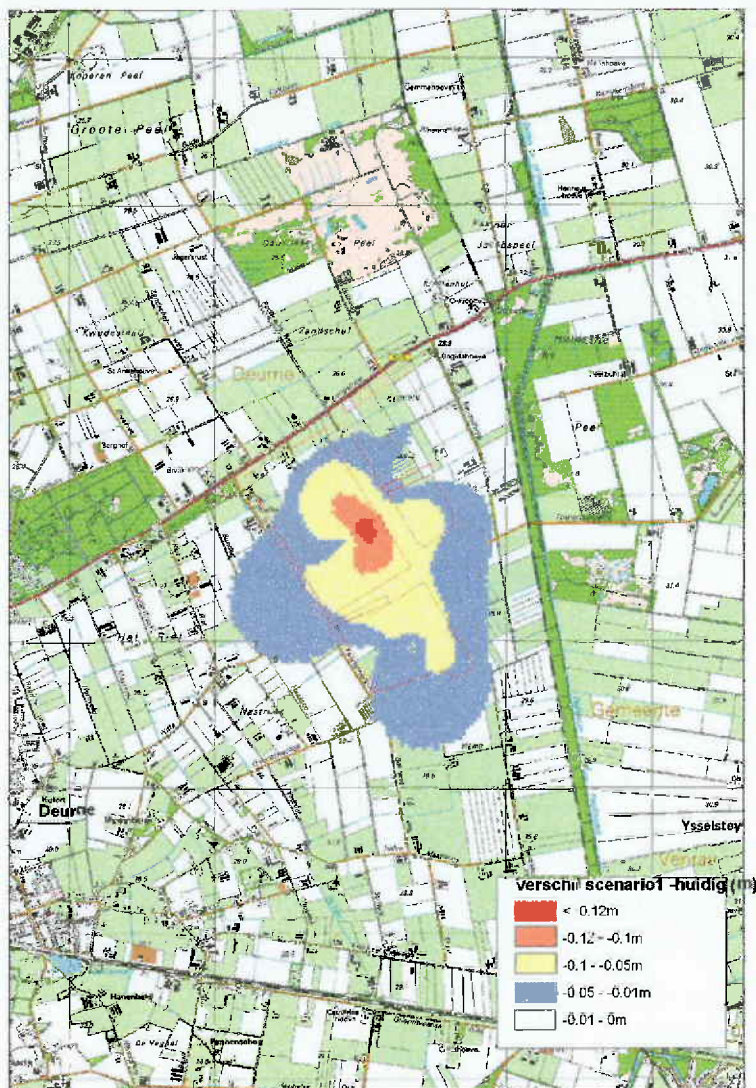
en heeft geen invloed op de omgeving. De geringe verlaging van de grondwaterstand wordt veroorzaakt doordat enerzijds het neerslagoverschot de grondwaterstand niet bereikt en anderzijds de waterlopen worden gedempt, waardoor deze twee effecten elkaar gedeeltelijk opheffen. De beperkte uitstraling wordt veroorzaakt door de waterlopen rondom de kassen. Deze hebben een vast peil en dempen daardoor het effect van de kassen.

Uit de waterbalans voor scenario 1 (tabel 6.3) blijkt dat voor natuurgebied 'De Bult' er geen veranderingen optreden, terwijl voor het kassengebied de hoeveelheid neerslag uiteraard is afgenomen (1030 m³/dag minder dan in basisscenario) en de afvoer via de sloten sterk is afgenomen (1068 m³/dag minder dan in basisscenario). De afvoer via maaiveld is echter toegenomen (148 m³/dag t.o.v. basisscenario) en er wordt meer afgevoerd dan dat er via neerslag en sloten bij komt (1124.8 m³/dag in, 1254 m³/dag uit: netto 129.2 m³/dag gebied uit). Dit veroorzaakt een daling van de grondwaterstand. De afvoer via de centrale waterloop is 208.2 m³/dag het gebied uit (dit was 285 m³/dag in basisscenario).

Daarnaast is het ook duidelijk dat in de Mariapeel in het zuidwesten van dit gebied, geen veranderingen in de hydrologische situatie optreden.

Tabel 6.3 Waterbalans scenario 1

	Kassen in (m ³ /dag)	Kassen uit (m ³ /dag)	Bult in (m ³ /dag)	Bult uit (m ³ /dag)	Centrale sloot in (m ³ /dag)	Centrale sloot uit (m ³ /dag)
Maaiveld		743		963		
Sloten	44.8	511	0.998	398	29.8	376
Neerslag	1080		996		138	



Figuur 6.8 Verschil in grondwaterstand voor scenario 1

Scenario 2

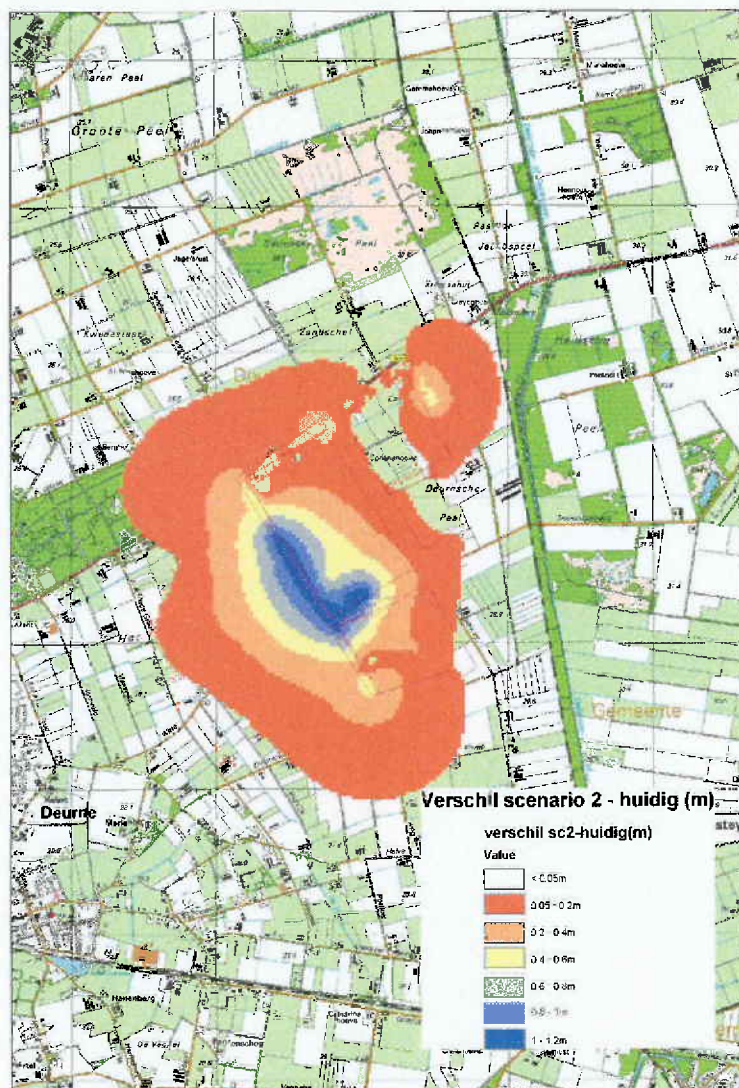
Voor het tweede scenario is gekozen om naast de demping van de sloten in het kassengebied en het stopzetten van het neerslagoverschot, het neerslag overschot te compenseren door middel van infiltratiemaatregelen.

Deze compensatie wordt als volgt berekend: de totale omvang van het neerslagoverschot (m³/jaar, vertaald naar m³/dag) die de bodem niet bereikt vanwege de plaatsing van de kassen, wordt door middel van een dagelijkse flux in een aantal infiltratiegebieden naast de kassen (zie langwerpige, smalle vlakken in figuur 6.9) geplaatst. De resultaten van het verschil in de grondwaterstand als gevolg van de kassen en de infiltratiemaatregelen staan in figuur 6.9. Hier is te zien dat de infiltratiemaatregelen een stijging van de grondwaterstand tot maximaal 1.2 m veroorzaken en de uitstraling (met een minimum grens van 5 cm) heeft een grotere radius dan het effect van de kassen zonder maatregelen.

Uit de waterbalans (tabel 6.4) blijkt ten opzichte van scenario 1 dat er opnieuw geen effect is voor natuurgebied 'De Bult'. Daarnaast is de hoeveelheid neerslagoverschot toegenomen in het kassengebied (7840 m³/dag meer dan in basisscenario) door de maatregelen en wordt er minder water afgevoerd dan dat er neerslagoverschot is (8363.7 m³/dag netto gebied in t.o.v. 3.8 m³/dag in basisscenario). Dit laatste verklaart ook de stijging van de grondwaterstand: het water kan niet optimaal afgevoerd worden door het ontbreken van de oorspronkelijke waterlopen en diensgevolge stijgt de grondwaterstand. De drainerende werking van de centrale waterloop is toegenomen ten opzichte van het basisscenario (285 m³/dag gebied uit), maar heeft niet genoeg capaciteit om de stijging van de grondwaterstand te beperken (401.7 m³/dag gebied uit).

Tabel 6.4 Waterbalans scenario 2

	Kassen in (m ³ /dag)	Kassen uit (m ³ /dag)	Bult in (m ³ /dag)	Bult uit (m ³ /dag)	Centrale sloot in (m ³ /dag)	Centrale sloot uit (m ³ /dag)
Maaiveld		822		974		
Sloten	14.7	779	0.885	402	6.34	546
Neerslag	9950		996		138	



Figuur 6.9 Verschil in grondwaterstand voor scenario 2

Scenario 3

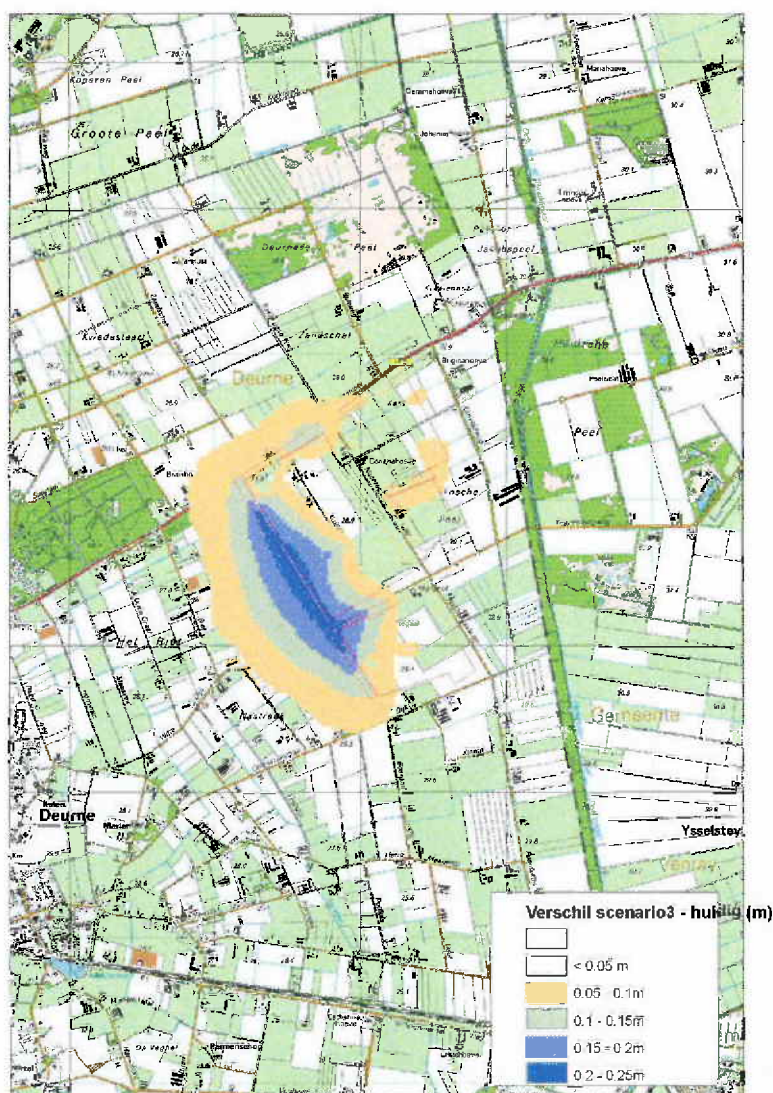
De maatregelen in scenario 2 compenseren het volledige neerslagoverschot maar houden geen rekening met de demping van de ontwaterende sloten in het plangebied zodat er een stijging van de grondwaterstand plaats vindt die ook buiten het plangebied wateroverlast zal veroorzaken. Om dit te voorkomen worden in scenario 3 de compensatiemaatregelen verminderd en wordt in plaats van compensatie van een neerslagoverschot van 250 mm zoals in scenario 2, een compensatie voor 100 mm gebruikt, zodat er minder water wordt geïnfilteerd. Dit betekent dat er ook meer water beschikbaar is voor de gietwatervoorziening.

De locatie van de infiltratie en de kassen zijn in dit scenario enigszins aangepast. Daarnaast zijn de demping van de waterlopen en de opvang van het

neerslagoverschot op dezelfde manier toegepast als in scenario 2. De peilen van de infiltratievoorzieningen zijn daarbij opgegeven variërend tussen 27 en 28m.

In figuur 6.10 is weergegeven wat het effect is van dit scenario op de grondwaterstand. Er blijkt dat er ook in dit scenario sprake is van een stijging van de grondwaterstand. De stijging van de grondwaterstand loopt op tot maximaal 0.25 m langs de westzijde van het plangebied ten opzichte van het basisscenario.

Verder is te zien dat alle wijzigingen van de grondwaterstanden op zichte van de huidige situatie aan de westzijde van de kassen liggen. Dit wordt veroorzaakt doordat specifiek op deze locatie weinig waterlopen zijn om het water af te voeren. De uitstraling is dus beperkt gebleven tot de westzijde. Vergelijking met scenario 1 laat zien dat in de oost- en zuidzijde van het gebied de infiltratiemaatregelen het effect van de kassen opheffen terwijl aan de westzijde buiten het kassengebied de grondwaterstand tot maximaal 20 cm stijgt.



Figuur 6.10 Vershil in grondwaterstand voor scenario 3.

De waterbalans in tabel 6.5 laat zien dat het neerslagoverschot in het kassengebied de huidige situatie benaderd (2110). De afvoer via de sloten is lager dan in de huidige situatie en netto komt er 198.2 m³/dag het gebied in (t.o.v. 3.8 m³/dag in de huidige situatie) wat een stijging in de grondwaterstand veroorzaakt. De balans van de centrale waterloop is bijna gelijk aan die van de huidige situatie wat ook blijkt uit figuur 6.10: in de omgeving van de centrale waterloop blijft de situatie gelijk.

Tabel 6.5 Waterbalans scenario 3

	Kassen in (m ³ /dag)	Kassen uit (m ³ /dag)	Bult in (m ³ /dag)	Bult uit (m ³ /dag)	Centrale sloot in (m ³ /dag)	Centrale sloot uit (m ³ /dag)
Maaiveld		1910		974		
Sloten	34.2	586	0.972	400	15.1	446
Neerslag	2660		997		138	

Samenvatting

In de modelstudie is het effect berekend van de kassen en eventueel compenserende maatregelen aan de hand van drie scenario's. De scenario's leiden tot de volgende resultaten:

1. scenario 1: alleen plaatsing van de kassen: waterlopen worden gedempt en neerslagoverschot wordt opgevangen. Het effect op de grondwaterstand is maximaal 12 cm onder de kassen, de uitstraling blijft beperkt en slechts aan de zuid- en westzijde van het gebied.
2. scenario 2: plaatsing van de kassen en compenserende maatregelen in de vorm van infiltratie met het jaarlijkse neerslagoverschot van 250 mm: de grondwaterstand stijgt met 1.2 m, door de afwezigheid van ontwaterende waterlopen. Het infiltratiewater kan niet worden afgevoerd.
2. scenario 3: plaatsing van de kassen en compenserende maatregelen in de vorm van infiltratie met 100 mm op jaarbasis. De grondwaterstand stijgt maximaal 25 cm onder de kassen en het effect is slechts op de westelijke helft van het kassengebied te zien. De oostelijke helft is hydrologisch neutraal.

Deze berekeningen laten zien dat het effect van de plaatsing van de kassen zeer beperkt is. Volledige compensatie van het neerslagoverschot resulteert niet in een hydrologisch neutrale situatie vanwege de afwezigheid van ontwaterende waterlopen.

7 Conclusies

De locatie en inrichting van glastuinbouw rond Deurne moet voldoen aan het principe van hydrologisch neutraal bouwen. Het gebied wordt gekenmerkt door een evenwicht aan infiltratie en drainage.

Conclusie 1: effect op de omgeving

Uit berekeningen van de modelstudie is gebleken dat de plaatsing van de kassen een zeer beperkt effect heeft op de grondwaterstand. De natuurgebieden in de omgeving van het kassengebied, met name het natuurgebied 'De Bult' ondervinden geen effect van de kasbouw.

De oorzaak hiervan is dat het lokale netwerk van waterlopen rondom het plangebied een dempende werking hebben op de effecten in de grondwaterstanden waardoor de uitstraling van dit scenario zeer beperkt is en dus ook niet natuurgebied "de Bult" bereiken.

Conclusie 2: effect binnen het plangebied

Het maximale effect van 12 cm ligt centraal in het kassengebied. Het effect van de demping van de waterlopen enerzijds en het opvangen van het neerslagoverschot anderzijds, heffen elkaar op. Daarnaast heeft het lokale netwerk van waterlopen rondom het plangebied een zodanige groot effect dat de effecten van dit scenario worden opgevangen door de waterlopen.

Conclusie 3: compensatie maatregelen

Compensatiemaatregelen, waarbij het volledige neerslagoverschot wordt gecompenseerd, laten zien dat vooral aan de westzijde waar weinig waterlopen liggen, de maatregelen juist een grondwaterstandverhoging opleveren. Compensatiemaatregelen waar niet het volledige neerslagoverschot wordt gebruikt, laten een beeld zien, waarbij de oostelijke flank van het kassengebied hydrologisch neutraal wordt, terwijl de westzijde een grondwaterstand verhoging van maximaal 20 cm ondervindt.

Uiteraard berekent het model een schatting van de werkelijke grondwaterstand: met name de stationaire benadering is een aanname die een rol speelt. De verwachting is dat in de zomerperiode de uitstraling van de plaatsing van de kassen iets groter zal zijn, maar nog steeds zodanig beperkt dat de grondwaterstanden in natuurgebieden in de omgeving niet zullen wijzigen. In dit onderzoek is gebleken dat de waterlopen dusdanig bepalend zijn voor de hydrologische situatie, dat een stationair model gebruikt kan worden.

Ten aanzien van de onderzoeksvragen die in de inleiding genoemd worden, kan het volgende gesteld worden: het effect van de geplande kassen op de grondwateraanvulling blijft beperkt tot de locatie van de geplande kassen zelf, waar de grondwaterstand maximaal 12 cm daalt. Compenserende maatregelen waarbij het neerslagoverschot volledig wordt gecompenseerd via infiltratie veroorzaken een stijging in de grondwaterstand met een uitstraling naar de westelijke flank van het kassengebied. De invloed van

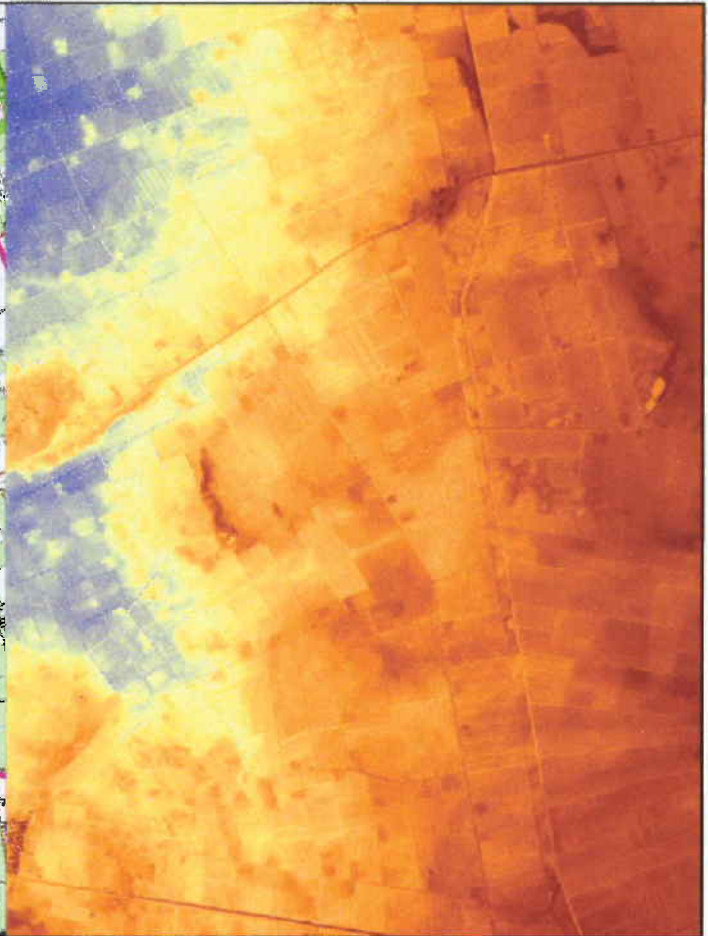
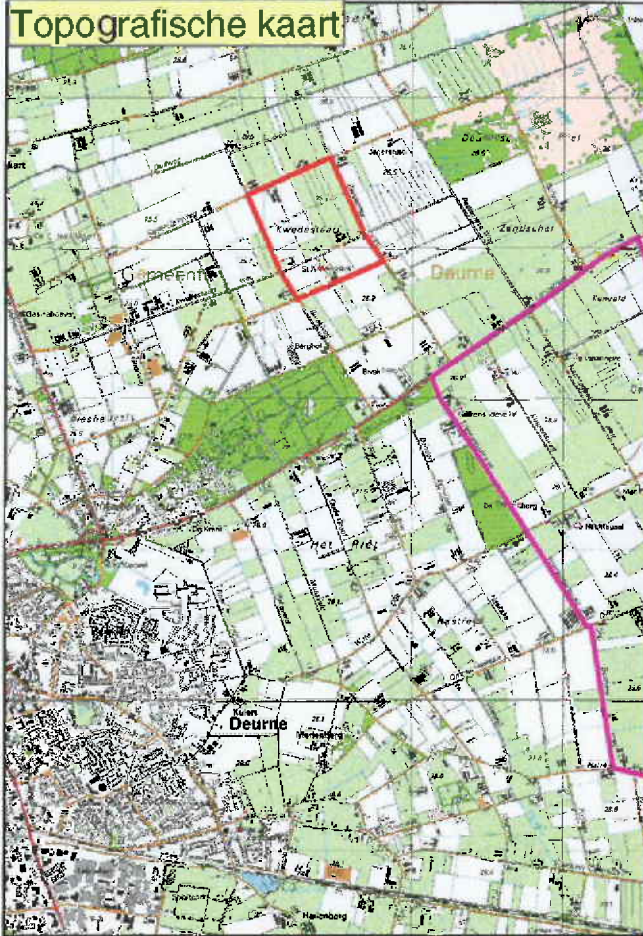
de optimale inrichting van het kassencomplex laat een nagenoeg hydrologisch neutrale situatie zien.

Met behulp van een hydrologisch model is het mogelijk in kaart te brengen wat de invloed van kassenbouw is op de hydrologische situatie. De eventuele uitstraling naar natuurgebieden kan berekend worden en op deze manier kan de geschiktheid van een gebied voor kassenbouw gecontroleerd worden. Hier is gebleken dat het oppervlaktewatersysteem daarvoor zeer bepalend is.

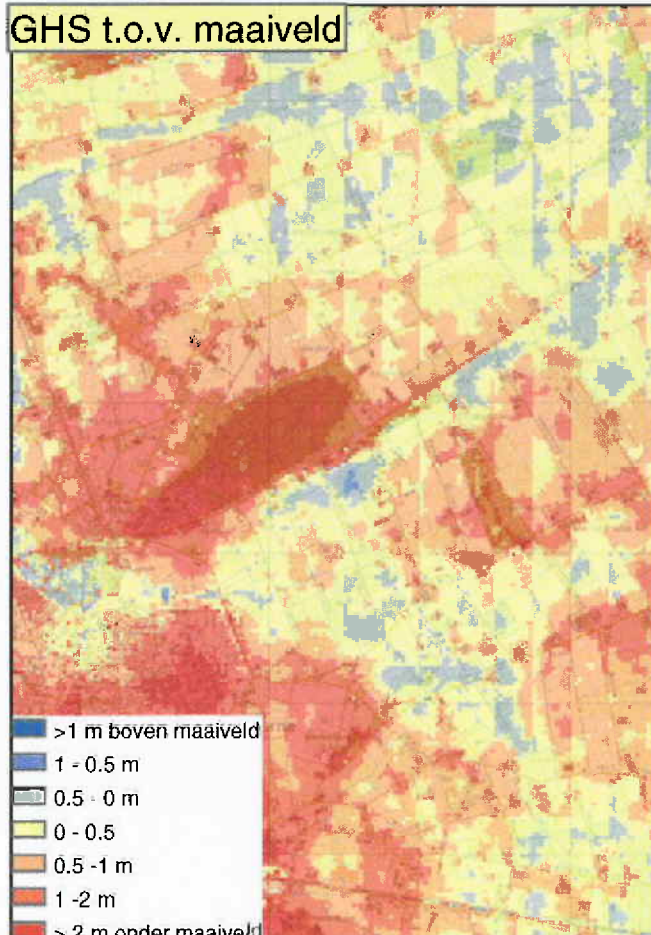
Bijlage A Kaart overzicht: Gedetailleerd

Potentieel kassengebied

Topografische kaart



GHS t.o.v. maaiveld



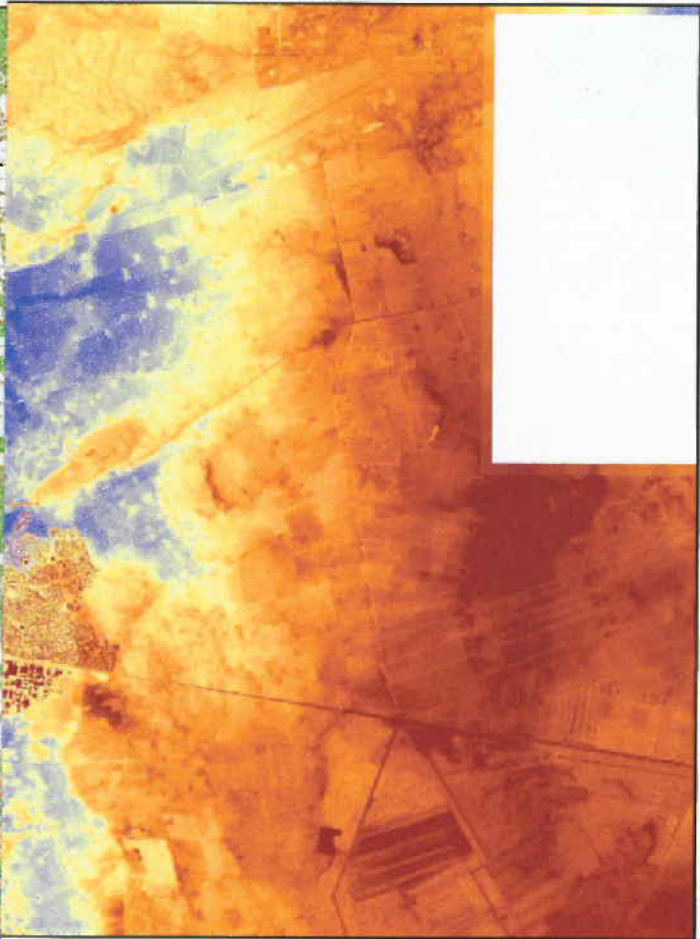
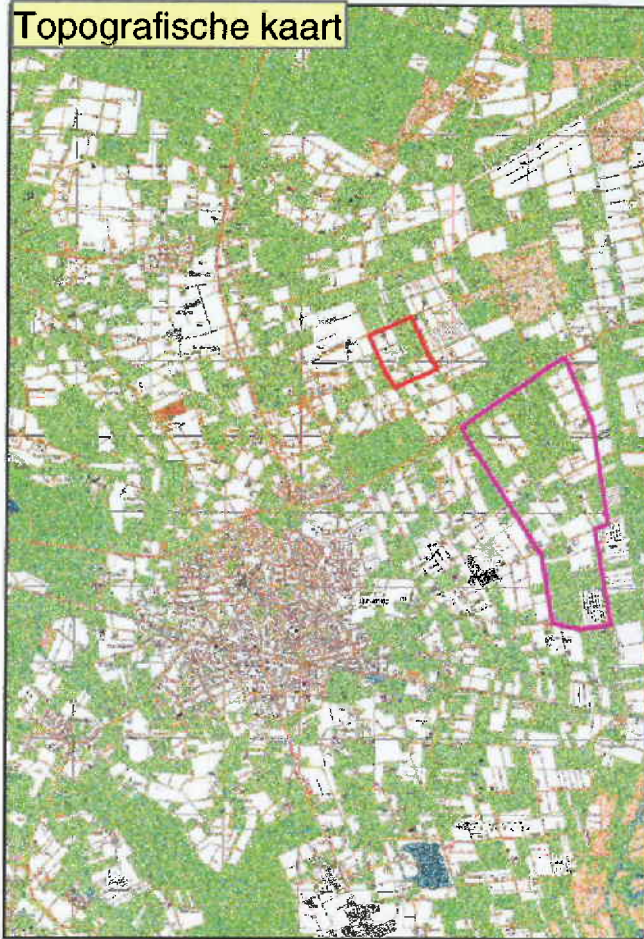
Kilometer
2 3 4



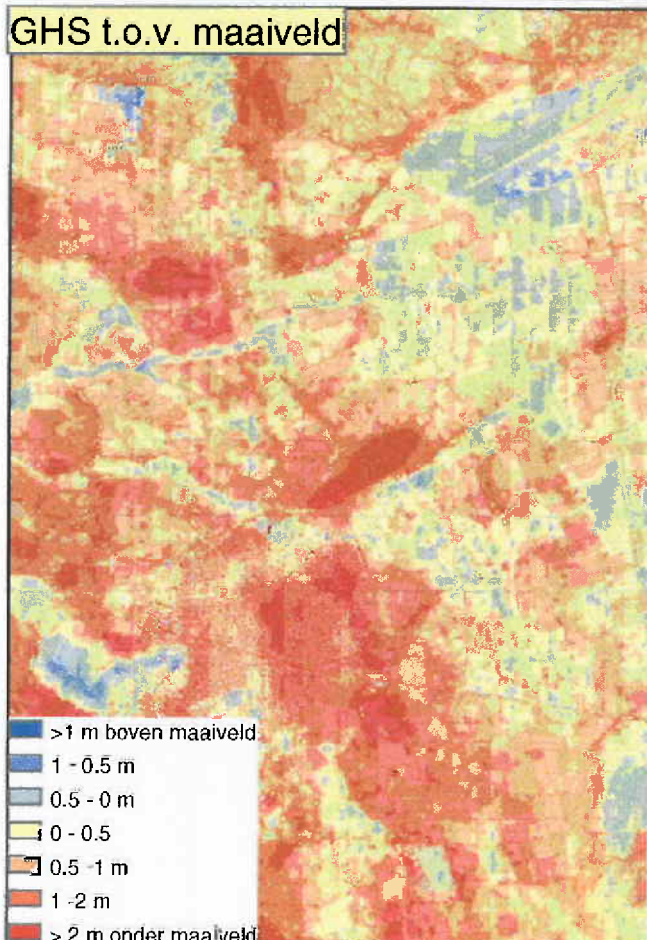
Bijlage B Kaart overzicht: Ligging in het landschap

Potentieel kassengebied

Topografische kaart



GHS t.o.v. maaiveld



Kilometer
4 6 8

