

Polderdistrict Groot Maas en Waal

Streefpeilenplan Citters I en II

15 september 2000
110302/OA9/9D8/000033HB

Goedgekeurd: 

Errata bij Streefpeilenplan Citters I en II

pag. 19; 2° alinea:

~~Zonder meting zijn de knelpunten in het watersysteem te signaleren. Het is alleen niet duidelijk welke uitwerkingen eventuele maatregelen hebben, omdat de relatie tussen grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen nooit zijn gemeten. Aangezien deze ontbreken in het bemalingsgebied Ooyppolder kan geen gebiedsgerichte relatie tussen ontwateringsniveau's en drooglegging worden gelegd.~~

pag. 21; 1° alinea:

De drempelhoogten van een aantal riooloverstorten binnen de bemalingsgebieden zijn onbekend.

De doorgehaalde teksten dienen uit het plan te worden verwijderd.

De onderstreepte woorden/zinnen dienen in het plan te worden opgenomen en zijn ter vervanging of aanvulling van de bestaande tekst..

Inhoud

1	Inleiding	3
2	Gebiedsbeschrijving	5
2.1	Begrenzing en topografie beheersgebied	5
2.2	Maaiveldhoogte	5
2.3	Bodemopbouw	5
2.4	Grondgebruik	6
2.5	Hydrologie	6
2.6	Waterhuishouding	7
2.6.1	Waterbeheersing	7
2.6.2	Waterkwaliteit	7
2.6.3	Riooloverstorten	8
2.7	Functies en relatienotagebieden	8
2.8	Ecologische waarden	9
2.9	Wateroverlast/verdroging	9
3	Peilen	11
3.1	Algemeen	11
3.2	Relatie oppervlaktewaterpeil en grondwater	11
3.3	Methoden	13
3.3.1	Gewenste grondwaterstanden, waternood	13
3.3.2	Optimale en voorgestelde streefpeilen, droogleggingsnormen	16
3.4	Visie relatie grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen	18
3.5	Optimale en voorgestelde streefpeilen	19
4	Effecten, knelpunten, oplossingen en aanbevelingen	20
4.1	Effecten op de functies	20
4.2	Knelpunten en oplossingen	20
4.3	Aanbevelingen	21
Bijlage 1	Begrenzing peilvakken	23
Bijlage 2	Topografie, begrenzing en waterhuishouding peilvakken	35
Bijlage 3	Bodemopbouw	36
Bijlage 4	Maaiveldhoogte	37
Bijlage 5	Grondgebruik	38
Bijlage 6	Gegevens riooloverstorten	39
Bijlage 7	IWGR functies en relatienotagebieden	41
Bijlage 8	Procedure peilenplan	42

1 Inleiding

Aanleiding

In de Verordening Waterhuishouding van de provincie Gelderland is opgenomen dat voor de daarin aangegeven gebieden het vaststellen van een peilbesluit verplicht is.

In artikel 24 van deze verordening is het volgende opgenomen:

Het peilbesluit moet tenminste het volgende bevatten:

- *de nauwkeurige begrenzing van de oppervlaktewateren, waarop het peilbesluit betrekking heeft;*
- *de in te stellen peilen, aangegeven in hoogte ten opzichte van NAP, met daarbij aangegeven de perioden en de peilvakken, waarvoor de peilen gelden.*

Daarnaast moet het peilbesluit vergezeld gaan van een toelichting, waarin ten minste opgenomen:

- *de aan het besluit ten grondslag liggende gedachten en uitkomsten van verrichte onderzoeken;*
- *een rapportage over de uitkomsten van het bij de voorbereiding van het besluit gevoerde overleg.*

De procedure behorend bij het opstellen van een peilenplan is opgenomen in bijlage 8.

Aan het opstellen van peilbesluiten dient dus een onderbouwing ten grondslag te liggen van de gewenste peilen voor het oppervlaktewater in beheer en onderhoud bij het polderdistrict. Deze onderbouwing wordt gemaakt in het peilenplan.

Doelstelling

De doelstelling voor het opstellen van een peilenplan is een zodanig peilbeheer te kunnen voeren dat het gebied waterhuishoudkundig optimaal voldoet aan zijn bestemmingen en dat de functies van het waterhuishoudkundig systeem worden vervuld. Bij het opstellen van het peilenplan zal de functietoekenning van de diverse watergangen en aanliggende (natuur)gebieden en de bestaande infrastructuur derhalve bepalend zijn voor het voorgestelde peil. Daarbij zullen zowel de landbouw, de natuur, relatienotagebieden en het stedelijk gebied een belangrijke rol spelen. Bij conflicterende functies zal een belangenafweging worden gemaakt.

Visie op streefpeilenplannen

In gebieden waar wateraanvoer niet mogelijk is kan gedurende perioden met neerslagtekort een onderschrijding van het streefpeil optreden. Dit legt beperkingen op aan het gebruik van het oppervlaktewater voor beregening en/of nachtvorstbestrijding. Bij dergelijke gebieden is waterbuffering en waterconservering een belangrijk middel om onderschrijding van streefpeilen tot het minimum te beperken.

Een belangrijk onderdeel van met name "peilenplannen zonder watertoevoermogelijkheden" vormt het afwegen en onderzoeken van mogelijkheden om water vast te houden. Dit geldt met name voor droogtegevoelige gebieden en waardevolle (natte) natuurgebieden, waar veelal goede mogelijkheden voor buffering en conservering aanwezig zijn (afhankelijk van locatiespecifieke eigenschappen zoals bodemtypen, hoogteligging, bestaande natte infrastructuur).

De - in dit rapport genoemde - voorgestelde streefpeilen worden daadwerkelijk gerealiseerd. Er worden geen streefpeilen voorgesteld die een aanpassing in de infrastructuur met zich meebrengen, zonder dat dit duidelijk is aangegeven en ook daadwerkelijk wordt uitgevoerd. De infrastructurele knelpunten (waarbij gedacht kan worden aan het plaatsen van klepstuwen of het verhogen van drempelhoogten bij riooloverstorten om dichterbij het gewenste streefpeil te komen) kunnen een aanleiding zijn om een uitvoeringsplan op te stellen, waarin maatregelen kunnen worden opgenomen.

Beleid

Het relevante beleid is geschreven in de Derde Nota Waterhuishouding (1989), de Vierde Nota Waterhuishouding (1997), het Provinciaal Waterhuishoudingsplan van de Provincie Gelderland (1996) en het Integraal Waterbeheersplan Gelders Rivierengebied (1995), inclusief het deelplan Groot Maas en Waal.

Uit het Provinciaal Waterhuishoudingsplan blijkt dat de gewenste grondwaterstandssituatie in het landelijk gebied de leidraad is voor het peilbeheer. De daarvoor te hanteren normen zijn gericht op minimaal nadeel door wateroverlast en vochttekort. Dit betekent dat het peilbeheer en (her-)inrichting van de waterhuishouding gericht blijft op de gewenste ontwateringsdiepte voor grasland van 30 cm en voor bouwland van 50 cm beneden maaiveld (Provincie Gelderland, 1996).

In het Integraal Waterbeheersplan Gelders Rivierengebied staat dat het peilbeheer, de inrichting en het onderhoud wordt afgestemd op de aanwezige functies. Het peilbeheer zal als instrument worden gehanteerd bij het tegengaan van geconstateerde verdroging.

In de gebieden Citters I en II zijn geen landinrichtingsprojecten in uitvoering of in voorbereiding.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving van het gebied gegeven. Hierin komen onder andere de begrenzing, de topografie, de bodemopbouw, het bodemgebruik, de waterhuishouding, ecologische waarden en functies aan bod. Ook wordt kort ingegaan op het huidige waterhuishoudkundig beleid.

Hoofdstuk 3 vormt de beschrijving van het proces, waarin tot het uiteindelijke streefpeilenplan is gekomen.

Tenslotte worden in hoofdstuk 4 de effecten, knelpunten en oplossingen van het waterbeheer in relatie tot de streefpeilen beschreven.

2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Begrenzing en topografie beheersgebied

Het bemalingsgebied Citters I en Citters II worden in het zuiden en westen begrensd door de Maas. In het noorden en oosten globaal door de plaatsen Lienden, Wijchen, Alverna en Heumen. Binnen het gebied valt het stedelijk gebied van Niftrik, Wijchen (gedeeltelijk), Neder- en Overasselt en Balgoij.

Het bemalingsgebied Citters I heeft een oppervlakte van circa 1.700 ha en Citters II een oppervlakte van circa 2.050 ha. De twee bemalingsgebieden wateren af via de gemalen Citters I en II op de Maas. Citters I heeft twee peilvakken (92 en 94) en Citters II heeft 3 peilvakken (90, 91 en 93).

Het gebied wordt geomorfologisch gekenmerkt door holocene riviersedimenten: overwal- en stroomrugafzettingen langs de Maas en de daartussen gelegen komkleigebieden. Hierop wordt verder ingegaan bij de volgende paragrafen (maaiveldhoogte, bodemopbouw en bodemgebruik). In bijlage 2 is de begrenzing, de topografie en de waterhuishouding weergegeven.

2.2 Maaiveldhoogte

Het maaiveld in bemalingsgebied Citters I varieert van circa 9,0 m+NAP in het bovenstroomse gedeelte tot circa 5,5 m+NAP ter hoogte van hetemaal.

Incidenteel komen maaiveldhoogten voor tot circa 11,0 m+NAP.

Het maaiveld in bemalingsgebied Citters II varieert van circa 10 m+NAP tot circa 5,5 m+NAP. In het bovenstroomse gedeelte komen incidenteel maaiveldhoogten voor tot circa 14,5 m+NAP.

Deze gegevens zijn afkomstig uit het digitale hoogtebestand (1 waarneming per hectare) van de provincie Gelderland. In bijlage 4 zijn de maaiveldhoogten weergegeven.

De kleigronden zijn te vinden in de lagere delen van het gebied. De zandgronden zijn hoger gelegen.

2.3 Bodemopbouw

De bodemopbouw wordt gekenmerkt door enerzijds de hoger gelegen oeverwal- en stroomruggebieden en anderzijds door de komkleigebieden daartussen. De overwal- en stroomruggronden bestaan uit zandige en/of zavelige stroomruggronden. De komkleigebieden bestaan uit lichte tot zware klei.

Bemalingsgebied Citters I bestaat in het bovenstroomse deel uit zandgronden en in het benedenstroomse deel uit lichte kleigronden. Het midden van het bemalingsgebied bestaat hoofdzakelijk uit zavelgronden afgewisseld met klei en zand.

Bemalingsgebied Citters II bestaat vooral uit zavel- en lichte klei. Daarnaast bevindt zich een aanzienlijke aaneengesloten oppervlakte zware komkleigrond. Rondom de woonkernen Overasselt en Nederasselt komen zandgronden voor.

De grondwatertrap varieert van III op de kleigronden tot VII* op de zandgronden. De gegevens zijn afkomstig van de digitale Bodemkaart van Nederland (schaal 1:50.000). In bijlage 3 is de bodemopbouw weergegeven.

2.4 Grondgebruik

Beide bemalingsgebieden zijn voornamelijk in gebruik als grasland. Plaatselijk komt akkerbouw voor. In het noordoostelijk deel van Citters II, gelegen langs de A73 ligt een bosgebied (Overasseltse en Hatertse Vennen). Ten westen van Overasselt en nabij Balgoij komt fruitteelt voor. De gegevens zijn afkomstig van de digitale Landelijke Grondgebruikskaart van Nederland (LGN3). In bijlage 5 is het grondgebruik weergegeven.

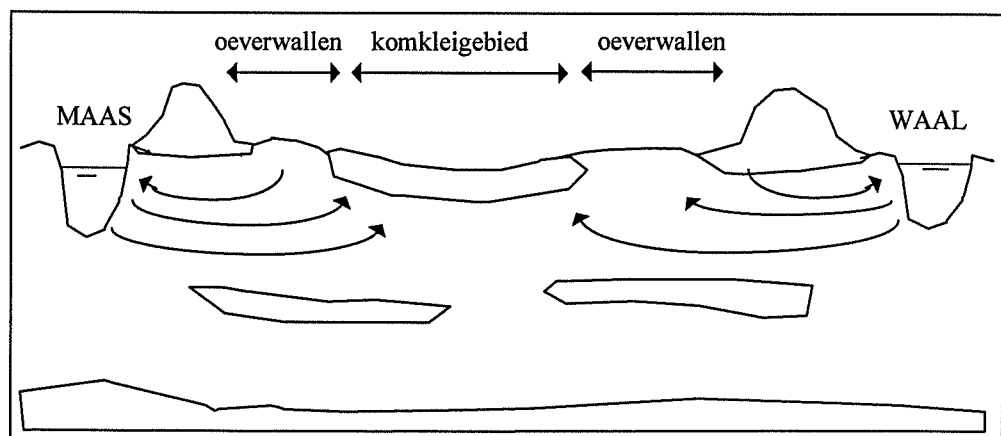
2.5 Hydrologie

Uit het rapport 'Hydrologische verkenning ter bepaling van aan- en afvoercoëfficiënten Polderdistrict Groot Maas en Waal' van Heidemij Advies blijkt het volgende:

Vanuit de Waal treedt zowel kwel als wegzijging op. De hoeveelheid kwel en wegzijging is afhankelijk van de volgende factoren:

- afstand tot de waterkering;
- optredende rivierwaterstand;
- geomorfologie buitendijks;
- bodemopbouw binnendijks, waarbij de dikte van een eventueel afdekkend kleipakket van groot belang is.

De geohydrologische opbouw in het rivierengebied bestaat uit een Holocene deklaag bestaande uit klei en zavel. Over het algemeen bestaan de oeverwallen uit zavel en de komkleigebieden uit klei. Dit is in onderstaande figuur schematisch weergegeven.



Figuur 1: Schematische geohydrologische opbouw rivierengebied.

De Maas heeft in het plangebied een drainerende werking, zodat er in gemiddelde situaties sprake is van wegzijging. Bij hoge waterstanden is er sprake van kwel. De grondwaterstand wordt in hoge mate bepaald door het gestuwde Maaspeil.

Verwacht wordt dat in de toekomst op de Maas een ander peilbeheer wordt toegepast, het Maaspeil komt dan hoger te liggen. Vooral in de zomerperiode wordt naar verwachting de invloed van een hoger Maaspeil gemerkt binnen het beheersgebied. Voor het bepalen van het streefpeil heeft een hoger Maaspeil geen invloed.

2.6 Waterhuishouding

2.6.1 Waterbeheersing

Bemalingsgebied Citters I heeft een oppervlakte van circa 1.700 ha en Citters II heeft een oppervlakte van circa 2.050 ha. De bemalingsgebieden wateren af via de gemalen Citters I en II op de Maas via respectievelijk de Niftrikse Wetering en de Balgoijse Wetering. Natuurlijke lozing is mogelijk bij voldoende lage waterstand op de Maas. Aanvoer van water is niet mogelijk.

Het gemaal Citters I heeft een capaciteit van 125 m³/min. Het gemaal Citters II heeft een capaciteit van 175 m³/min. In het gehele gebied zijn geen inlaatvoorzieningen (Heidemij Advies, 1994).

2.6.2 Waterkwaliteit

Eén van de oorzaken van een onvoldoende waterkwaliteit is vaak een combinatie van factoren zoals onvoldoende waterdiepte waardoor het bufferend vermogen van de watergang tekort schiet. Daarnaast zijn vaak belasting met nutriënten en organische stoffen oorzaken van een onvoldoende ecologische kwaliteit. Tevens is het vaak mogelijk de inrichting en het beheer van watergangen beter af te stemmen op de natuurlijke ontwikkelingen.

Door deze factoren te optimaliseren is het mogelijk met een geringe inspanning een aanzienlijk hoger ecologische waterkwaliteit te bereiken.

Een mogelijkheid om het waterkwaliteitsaspect in met name deelgebied Citters I en II door te laten werken in het peilbesluit is door het peil in Citters I iets hoger te zetten dan in Citters II om te voorkomen dat het vuilere water van Citters II in het relatief schonere Citters I terechtkomt.

De waterkwaliteit in een watersysteem is op twee manieren te beschrijven:

1. Normtoetsend aan wettelijke eisen (MTR).
2. Beschrijvend aan de hand van ecologische doelstellingen.

Normtoestand

In het deelgebied Citters I en II zijn twee routinematige meetpunten van het zuiveringsschap Rivierenland waar 12 tot 24 keer per jaar de fysisch-chemische waterkwaliteit gemeten wordt: een meetpunt in de Nifterikse Wetering (Citters I) en een meetpunt in de Balgoijse Wetering (Citters II). Onderstaande waterkwaliteitsgegevens zijn bepaald aan de hand van meetgegevens vanaf 1996.

Het zuurstofgehalte in deze meetpunten voldoet in het algemeen aan de norm. De oververzadiging met zuurstof die in het verleden vaak werd gemeten komt tegenwoordig in deelgebied Citters I minder vaak voor, wat er op wijst dat de jaarlijkse algenbloei de laatste jaren minder omvangrijk is. In deelgebied Citters II is een tegengestelde trend zichtbaar. Hogere oververzadiging en grotere zuurstof-fluctuaties.

De nutriëntgehalten die gemeten zijn in Citters I vertonen in de loop van de jaren een dalend totaal fosfaatgehalte en tegelijkertijd een stijgend totaal stikstofgehalte. Het totaal fosfaatgehalte voldoet regelmatig aan de norm (in deelgebied Citters I van 0,07 tot 0,11 mg P/l). De totaal stikstofgehalten in dit deelgebied zijn sinds 1996 gestegen (van 1,5 tot 4,5 mg N/l). In Citters II geldt dat het totaal stikstof- en het totaal fosfaatgehalte beide toegenomen zijn de laatste jaren. Het totaal fosfaatgehalte voldoet nog aan de norm (0,13 mg/l) maar vertoont een stijgende lijn. Het totaal stikstofgehalte kent ook een stijgende trend en het gemiddelde gehalte varieert tussen de 7 en 8,6 mg N/l.

Chloride en sulfaat, evenals ammonium voldoen in alle gevallen aan de gestelde normen.

Ecologische waterkwaliteit

In dit deelgebied zijn de afgelopen jaren geen ecologische beoordelingen uitgevoerd.

2.6.3 Riooloverstorten

De riooloverstorten zijn in het kader van het peilenplan van groot belang, omdat bij het ontwerp van het rioleringsstelsel is uitgegaan van een bepaald peil in het oppervlaktewater, waarop geloosd wordt. Verhoging van dit peil kan leiden tot problemen in het rioolstelsel. De drempelhoogte van het lozingspunt is een mogelijk knelpunt voor het streefpeil, waarbij een reservehoogte van 20 cm wordt gehanteerd.

In de bemalingsgebieden Citters I en II zijn 17 overstorten aanwezig. De betreffende gegevens over de riooloverstorten zijn in bijlage 6 per peilvak opgenomen.

2.7 Functies en relatienotagebieden

Conform het Provinciaal Waterhuishoudingsplan en het Integraal Beheersplan Rivierengebied geldt dat vrijwel het gehele bemalingsgebied de functie "water voor landbouw" heeft. In het gebied tussen Nederasselt en Overasselt komt de functie "water voor landbouw en niet-kwelaafhankelijke natuur" voor.

Net buiten de bemalingsgebieden Citters I en II ligt de Overasseltse Vennen, waaraan de functie "water voor landbouw en kwel-afhankelijke natuur" is toegekend.

De ecologische verbindingzones die in het gebied zijn geprojecteerd zijn:

- langs de Balgoijse Wetering ten zuiden van Wijchen;
- uiterwaarden langs de Maas, van Molenhoek naar de Balgoijse Wetering en van Ravenstein naar de Balgoijse Wetering;
- Overasseltse Vennen via watergangen naar het gebied tussen Nederasselt en Overasselt.

In bijlage 7 is de IWGR functiekaart opgenomen.

In de deelgebieden komen enkele relatienotagegebieden voor, deze liggen versnipperd over het gehele gebied. In bijlage 7 zijn deze gebieden weergegeven.

Bij het opstellen van het streefpeilenplan is getracht zoveel mogelijk tegemoet te komen aan de eisen en wensen die in het kader van de IWGR aan het peilbeheer in deze gebieden worden gesteld.

2.8 Ecologische waarden

In het kader van het IWGR 1994-1998 is een inventarisatie uitgevoerd van aanwezige ecologische waarden/elementen in het gebied. Vervolgens heeft een selectie plaatsgevonden op basis van de afhankelijkheid van deze natuurgebieden ten aanzien van grond en/of oppervlaktewater.

In het plangebied komen drie verspreide natuurelementen voor:

- In bemalingsgebied Citters II ligt het Balgoijse meer, met een oppervlakte van 2 ha. Het gebied wordt gekenmerkt door een verlande oude Maasmeander met natte oevers en greppels, moerassen, natte ruigten, pioniersvegetatie en verspreid voorkomende waternatuur. Het Balgoijse meer is niet geïsoleerd van het watergangenstelsel.
- In het bemalingsgebied Citters II komt tussen Overasselt en Heumen een 13 ha groot natuurelement voor: Erpenwaai. Het gebied wordt gekenmerkt door wielen, moerassen, natte ruigten en pioniersvegetatie. Het gebied ligt deels geïsoleerd van het watergangenstelsel en maakt deel uit van een ecologische verbindingzone.
- In het bemalingsgebied Citters I ligt in het zuiden van Wijchen het Wijchens Meer, dat wordt gekenmerkt door natte oevers en greppels met verspreid voorkomende waternatuur. Het Wijchens Meer ligt niet geïsoleerd van het watergangenstelsel.

2.9 Wateroverlast/verdroging

Het rivierengebied wordt gekenmerkt door grote rivieren met hun uiterwaarden. Binnendijs liggen langs de rivieren de oeverwallen: deze hebben een zandige ondergrond, liggen wat hoger dan het overige gebied en zijn daardoor ook droger. Tussen de oeverwallen liggen de laaggelegen komgronden, bestaande uit vaak zware klei. Kleigrond heeft van nature een weinig waterbergend vermogen.

Daardoor ontstaan in de natte perioden snel wateroverlast en in droge perioden vochttekorten.

Ten noorden van de bemalingsgebieden Citters I en II liggen de Overasseltse en Hatertse vennen. Deze worden als matig verdroogd beschouwd. Het Haterts Broek was in het verleden een zeer nat bos, maar is tegenwoordig sterk verdroogd (Provincie Gelderland, 1993).

3 Peilen

3.1 Algemeen

Peilen worden beheerd om een optimale grondwaterstand tot stand te brengen, om een goede afwatering van bovenstrooms gelegen gebieden te verzorgen, om indien mogelijk in tijden van waterschaarste een goede aanvoer van water te verzorgen en voor het zorgdragen van een goede waterkwaliteit (bijvoorbeeld door te zorgen voor doorstroming in de watergangen).

Waterpeilen in het oppervlaktewatersysteem wisselen continu en worden beïnvloed door zowel de meteorologische omstandigheden als door menselijke activiteiten. In tijden van wateroverschot worden peilen lager gehouden om zo de ont- en afwatering te vergemakkelijken, tevens ontstaat er meer berging in watergangen om grote afvoerpieken op te vangen. In tijden van droogte worden peilen opgezet, hetzij om water te laten infiltreren, hetzij om een voorraad in de watergangen te creëren voor onder andere beregening en om zorg te dragen voor een minimale waterdiepte.

Het peilbeheer is een resultaat van een afweging van vele factoren. Bovendien wisselt het gewenste peil voortdurend onder invloed van kwel en inzijging en het feit of er sprake is van een neerslagoverschot of juist van een neerslagtekort.

In de gebieden Citters I en II is wateraanvoer niet mogelijk. Gedurende perioden met neerslagtekort zal een onderschrijding van het streefpeil optreden. Dit legt beperkingen op aan het gebruik van het oppervlaktewater voor beregening en/of nachtvorstbestrijding. In deze gebieden is waterbuffering en waterconservering belangrijk.

In dit hoofdstuk wordt de wijze waarop rekening is gehouden met de vele factoren, die het uiteindelijk in de watergang waarneembare peil bepalen, beschreven.

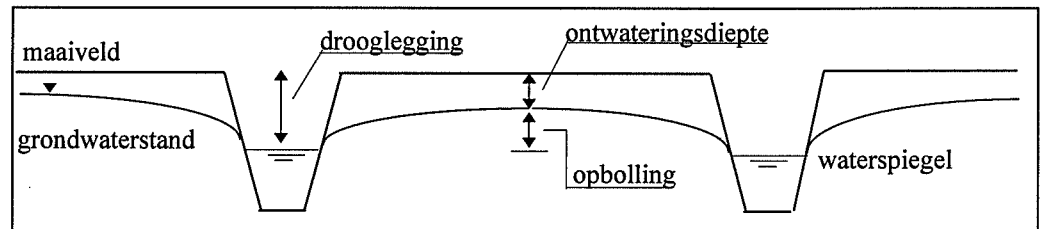
In de volgende paragraaf is een beschrijving gegeven van het belang van peilbeheer voor het realiseren van een goede grondwaterstand. In paragraaf 3.3 zijn twee methoden beschreven om tot een oppervlaktewaterpeil te komen. De visie op deze methoden staat beschreven in paragraaf 3.4. Tot slot zijn in paragraaf 3.5 de optimale en voorgestelde streefpeilen in de beheersgebieden Citters I en Citters II opgenomen.

3.2 Relatie oppervlaktewaterpeil en grondwater

De relatie tussen oppervlaktewaterpeilen en grondwaterstanden is afhankelijk van een aantal factoren. De drooglegging is het hoogteverschil tussen de waterspiegel in een waterloop en het maaiveld.

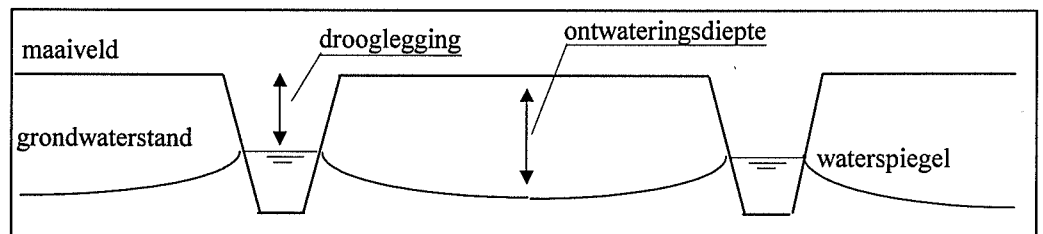
De ontwateringsdiepte is de afstand tussen het maaiveld en de hoogste grondwaterstand tussen de ontwateringsmiddelen.

Het verschil tussen deze begrippen is weergegeven in onderstaande figuren. De eerste figuur geeft de wintersituatie weer.



Figuur 2: Ontwateringsdiepte versus drooglegging, wintersituatie.

In de zomersituatie kan in plaats van een opbolling een verlaging ontstaan tussen de ontwateringsmiddelen, waardoor de watergangen geen drainerende maar een infiltrerende werking hebben. Deze situatie is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 3: Ontwateringsdiepte versus drooglegging, zomersituatie.

De relatie tussen de drooglegging en de ontwateringsdiepte is afhankelijk van de bodemopbouw en de afstand tussen de ontwateringsmiddelen. De ontwateringsmiddelen bestaan uit watergangen, sloten, greppels en een drainagestelsel.

Kleigronden hebben een lage doorlatendheid, waardoor sturing van de grondwaterstanden door het oppervlaktewaterpeil slechts op geringe afstand van het ontwateringsmiddel merkbaar is. Zavel- en zandgronden hebben een hogere doorlatendheid, waardoor sturing van het grondwater door het oppervlaktewaterpeil op grotere afstand van het ontwateringsmiddel merkbaar is. Gezien de grote verscheidenheid in bodemopbouw in de bemalingsgebieden Citters I en II zal de relatie tussen oppervlaktewaterpeil en grondwaterstanden lokaal sterk verschillen.

De belangrijkste conclusie is dat uit literatuur blijkt dat de relatie tussen grondwaterstanden en het peilbeheer in het rivierengebied moeilijk te bepalen is. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de grote variatie in de bodemopbouw en kwel en wegzijging. Op grond van observatie en ervaring kan gesteld worden dat de relatie tussen grondwater en oppervlaktewater in een gebied met kleigrond beperkt is. In een gebied met zavel- of zandgrond is de relatie tussen grondwater en oppervlaktewater eenduidiger.

In het gebied is geen wateraanvoer mogelijk, waardoor oppervlaktewaterpeilen niet gehandhaafd kunnen blijven. Gedurende perioden met neerslagtekorten kan een onderschrijding van het streefpeil optreden. In het gebied is daarom waterbuffering en waterconservering belangrijk.

In de praktijk blijkt dat een streefpeil ongeveer 20% van het jaar wordt gehaald en in de resterende 80% van het jaar niet. Er zal dan onderschrijding van het peil optreden. De invloed op de laagste grondwaterstand kan daardoor niet worden gegarandeerd.

In feite dient het grondwater als uitgangspunt te dienen voor het oppervlaktewater. Hierbij is een op het grondwater georiënteerde aanpak voor het beheer van oppervlaktewatersystemen belangrijk (Dienst Landelijke gebied, 1998). Door het ontbreken van wateraanvoermogelijkheden kan in het kader van dit streefpeilenplan alleen voor de afwaterende functie gesproken worden van deze aanpak.

3.3 Methoden

Voor het bepalen van de gewenste oppervlaktepeilen is een werkwijze volgens het principe Waterlood toe te passen. Daarnaast is er een veel gebruikte, meer conventionele, werkwijze gericht op droogleggingsnormen voorhanden. In de volgende paragrafen is een toelichting gegeven van deze twee methoden.

3.3.1 Gewenste grondwaterstanden, waterlood

Conform het huidige grondwaterbeleid, zoals dat is verwoord in het Provinciaal Waterhuishoudingsplan, dient het huidige grondwaterbeheer gericht te zijn op het zoveel mogelijk conserveren van grondwater, onder andere om verdroging tegen te gaan en om gebiedseigen water maximaal te benutten. Dit houdt in dat veelal een zo hoog mogelijke grondwaterstand moet worden aangehouden, waarbij echter geen nadelige effecten optreden voor het betreffende bodemgebruik en/of functie ter plaatse.

In het kader van het project WATERLOOD (Dienst Landelijke gebied, 1997) wordt een aanzet gegeven om genuanceerder met de wensen vanuit de verschillende gebruikersfuncties om te gaan, juist als er afwegingen gemaakt moeten worden tussen wensen vanuit verschillende gebruikersfuncties. In deze paragraaf wordt een theoretische beschrijving gegeven van de specifieke wensen met betrekking tot de grondwatersituatie. Deze theoretische beschrijving is de aanzet voor een methode-ontwikkeling voor het bepalen van de optimale grondwatersituatie voor enkele gebruikersfuncties in Noord-Brabant (RIZA, 1998).

Voor de sectoren landbouw, multi-functioneel bos en bebouwing zijn de optimale grondwaterstanden gebaseerd op informatie uit de literatuur en praktijkgegevens (RIZA, 1998). Voor de sector natuur zijn de gewenste grondwaterstanden gebaseerd op het bodemtype. Deze methodiek is beproefd in enkele referentiegebieden in Noord-Brabant (RIZA, 1997).

Voor de sectoren landbouw, multi-functioneel bos en bebouwing geldt dat de optimale grondwaterstanden gelden op gebiedsniveau en niet op perceelsniveau (RIZA, 1998). Voor de sector natuur blijkt dat in het Pleistocene deel de methodiek een goed uitgangspunt vormt voor het bepalen van gewenste grondwaterstanden. In het Holocene deel blijkt de methodiek minder geschikt (RIZA, 1997).

Landbouw

De voor landbouwkundig gebruik optimale grondwaterstand is een grondwaterstand waarbij:

- minimale opbrengstdepressies optreden door wateroverlast;
- bij berijding van de percelen geen schade optreedt als gevolg van te hoge grondwaterstanden, waardoor de draagkracht niet voldoende is;
- toch voldoende vocht beschikbaar is in de wortelzone gedurende het groeiseizoen, zodat de opbrengstdepressie minimaal is.

De aspecten draagkracht en bewerkbaarheid bepalen de hoogst toelaatbare grondwaterstand (HTV). De vochtvoorziening is bepalend voor de laagst toelaatbare zomergrondwaterstand (LTZ).

Hoogst toelaatbare grondwaterstand

Voor de hoogst toelaatbare grondwaterstand in het voorjaar (HTV) worden in de regel de volgende waarden aangenomen:

- grasland: zandgronden: 30 tot 40 cm-mv
zavel- en kleigronden: 40 tot 50 cm-mv
- bouwland: zandgronden: 50 tot 60 cm-mv
klei- en zavelgronden: 60 tot 75 cm-mv

Voor boomgaard inclusief hoveniersbedrijven (fruitteelt en boomteelt) is uitgegaan van een uniforme eis van 70 cm-mv als hoogst toelaatbare grondwaterstand.

Laagst toelaatbare grondwaterstand

Voor de laagst toelaatbare grondwaterstand gedurende het groeiseizoen (LTZ) geldt dat de grondwaterstand niet dieper moet zijn dan de som van de dikte van de wortelzone en de kritieke z-afstand. De beschikbare hoeveelheid water voor een gewas is namelijk afhankelijk van de bewortelingsdiepte en de hoeveelheid water die in de wortelzone kan worden opgeslagen.

Voor de laagst toelaatbare grondwaterstand in het voorjaar (LTZ) worden in de regel de volgende waarden aangenomen:

- grasland: zand- en zavelgronden: 90 tot 125 cm-mv
kleigronden: 70 tot 95 cm-mv
- bouwland: zand- en zavelgronden: 95 tot 145 cm-mv
kleigronden: 75 tot 105 cm-mv

Voor boomgaard inclusief hoveniersbedrijven (fruitteelt en boomteelt) is uitgegaan van een uniforme eis van 120 cm-mv als laagst toelaatbare grondwaterstand.

Voor de theoretische benadering is uitgegaan van de hierboven genoemde grondwaterstanden.

Bij het bepalen van de voorgestelde peilen is per peilvak gekeken naar de specifieke wensen die daar gelden en is uiteindelijk een afweging gemaakt tussen de verschillende wensen.

Multifunctioneel bos

In Waternood wordt de term multifunctioneel bos gebruikt. De hieronder beschreven grondwaterstanden gelden voor multifunctioneel bos. Multifunctioneel bos omvat bossen die verschillende functies gelijktijdig en met wisselend zwaartepunt vervullen, zoals houtteelt, natuur en recreatie. Het zwaartepunt dient bij houtteelt en recreatie te liggen. Indien dit niet het geval is dan valt het onder de sector natuur.

De optimale grondwatersituatie voor een bos wordt bepaald door de volgende groeifactoren: vochtleverend vermogen, bewortelbaarheid, zuurstofvoorziening, zuurtegraad en voedingstoestand. Een grondwaterstand die varieert tussen 60 en 100 cm-mv wordt optimaal geacht voor alle bomen. Een grondwaterspiegel die zich in de zomer op een diepte tussen 100 en 140 cm-mv bevindt, heeft tweede voorkeur. Het wordt als nadeliger ervaren als de grondwaterstand in de winter hoger komt dan 60 cm-mv. De hoogst toelaatbare grondwaterstand (HTV) is 60 cm-mv en de laagst toelaatbare grondwaterstand (LTZ) is 140 cm-mv. Deze waarden gelden voor de meeste soorten. De Populiergroep kent respectievelijk de waarden 30 cm-mv en 80 cm-mv voor de hoogst en laagst toelaatbare grondwaterstand.

Natuur

Voor de bepaling van de voor de natuur gewenste grondwaterstand is in belangrijke mate gebruik gemaakt van de 1:50.000 bodem- en grondwatertrappenkaart en de digitale hoogtekaart van Nederland. Uitgangspunt is dat er een sterke relatie bestaat tussen bodemvorming en hydrologie, en dat - ondanks grondwaterstandsverlagingen in de laatste decennia - veel bodemkenmerken aanwijzingen geven over het vroegere grondwaterstandsregime. Aan elk bodemtype wordt een referentiegrondwaterstand toegekend waarvan wordt aangenomen dat deze overeenkomt met de gemiddelde situatie rond de vorige eeuwwisseling. Door de bodemkaart te combineren met een lijst van referentiegrondwaterstanden en informatie over de hoogte van het maaiveld wordt uiteindelijk een grondwaterstandsverloop bepaald die optimaal overeenkomt met het aanwezige bodempatroon en de gehanteerde relaties tussen bodem en hydrologie (RIZA, 1997).

Bij deze methodiek wordt geen rekening gehouden met de huidige natuurdoeltypen, maar met de van nature voorkomende natuurdoeltype bij een combinatie van het bodemtype en het grondwaterstandregime.

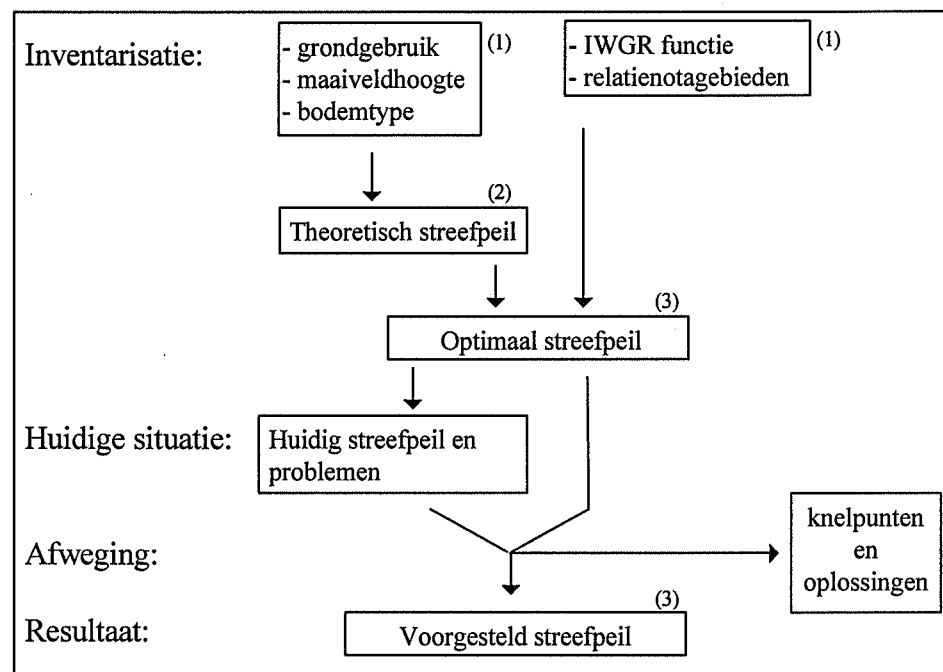
Stedelijk gebied

De optimale grondwaterstand voor stedelijk gebied is die grondwaterstand, waarbij geen nadelige effecten optreden voor de in het stedelijk gebied aanwezige elementen (bebouwing, wegen, kabels/leidingen, plantsoenen, etc.). Voor de grondwaterstand in het stedelijk gebied wordt binnen het beheersgebied van Polderdistrict Groot Maas en Waal uitgegaan van een maximale grondwaterstand van 1 m beneden bouwpeil ter plaatse van bebouwing en een maximale grondwaterstand van 0,7 m beneden maaiveld ter plaatse van wegen en verhardingen.

Tevens dient rekening gehouden te worden met de reeds aanwezige riooloverstorten (peil mag niet boven de riooloverstortdrempels stijgen).

3.3.2 Optimale en voorgestelde streefpeilen, droogleggingsnormen

Hieronder is een beschrijving gegeven hoe het optimaal en voorgesteld streefpeil per peilvak wordt vastgesteld. De verschillende stappen die bij deze methode worden doorlopen zijn puntsgewijs en aan de hand van onderstaande figuur beschreven.



Figuur 4: Optimale en voorgestelde streefpeilen.

1. Voor het vaststellen van de huidige situatie worden het grondgebruik, de maaiveldhoogte, de bodemopbouw, de IWGR-functie en de relatienotagebieden vastgelegd.
2. Op basis van het grondgebruik, de hoogtekaart, de bodemkaart en de gewenste ontwateringsdiepte worden de theoretische streefpeilen bepaald. De vertaling van gewenste ontwateringsdiepte naar gewenste oppervlaktewaterpeilen heeft plaatsgevonden via de droogleggingsnormen. Door de ongelijke hoogteligging van het maaiveld is het niet altijd mogelijk om voor het gehele peilvak een gewenst peil te bepalen dat precies aan de gestelde eisen voldoet. Het is daarom gebruikelijk aan te houden dat 10% van het oppervlak binnen een peilvak niet hoeft te voldoen aan de droogleggingsnorm.

Uit een rapportage in opdracht van de Unie van Waterschappen wordt omschreven dat de droogleggingsnormen zodanig worden toegepast dat over 90 tot 95% van het oppervlak van het peilgebied wordt voldaan aan de norm.

Anders gezegd: over 90 tot 95% van de oppervlakte is de drooglegging gelijk aan of groter dan de norm en over de resterende 10 respectievelijk 5% van de oppervlakte wordt niet aan de norm voldaan (Staring Centrum en WL Delft, 1999).

Dit betekent dat maximaal 10% van het gebied niet voldoet aan de vereiste drooglegging, maar dat ook grote delen van het gebied met een te grote drooglegging te maken kan hebben met verdrogingsverschijnselen.

Het grondgebruik wordt bepaald aan de hand van een LGN3-bestand (LandGebruikskaart Nederland 3) waarbij onderscheid is gemaakt tussen bouwland, grasland, fruitteelt, bos/natuur en stedelijk gebied.

De bodemopbouw is vastgesteld met behulp van de Bodemkaart van Nederland waarbij onderscheid is gemaakt in zand-, zavel- en kleigronden.

Tabel 1 geeft voor enkele grondgebruiken in combinatie met het bodemtype het ontwateringsniveau (hoogst toelaatbare voorjaarsgrondwaterstand HTV en de laagst toelaatbare zomergrondwaterstand LTZ) en de droogleggingsnorm (Cultuurtechnisch Vadimecum, 1988).

Tabel 1: Ontwateringsdiepte en drooglegging.

Grondgebruik	Bodemtype	Ontwateringsniveau (HTV/LTZ)	Drooglegging (cm-mv)
grasland	zand	30-40/90-125	85
	zavel	40-50/90-125	85
	klei	40-50/90-125	90
bouwland	zand	50-60/95-145	95
	zavel	60-75/95-145	90
	klei	60-75/75-105	115
boomgaard	zand	70/120	90
	zavel	70/120	90
	klei	70/120	115
bos	zand	60/140	90
	zavel	60/140	90
	klei	60/140	115
stedelijk gebied	zand	70	90
	zavel	70	90
	klei	70	115

De in de tabel genoemde droogleggingsnormen zijn op ervaring (peilenplan Bommelerwaard) gebaseerd en gelden voor natte situaties (winter). Met deze drooglegging is een goede ontwatering mogelijk. Gedurende de droge situatie zal minder grote drooglegging noodzakelijk zijn om aan de gewenste ontwateringsdiepte te voldoen (zie Figuur 3).

Opgemerkt moet worden dat de theoretische benadering niet in alle gevallen aansluit op de plaatselijke situatie en wensen.

Bij afwijkingen van de theorie met de praktijk kan bij de optimale streefpeilen afgeweken worden van de theoretische streefpeilen. Hierbij zijn de wensen vanuit de IWGR-functies en de relatienotagebieden bepalend.

3. Voor het aangeven van de voorgestelde streefpeilen zal gekeken worden naar de volgende punten (conflicten):
- wat zijn de huidige streefpeilen;
 - wat zijn de huidige knelpunten ten opzichte van de huidige streefpeilen;
 - wat zijn de oorzaken van de huidige knelpunten;
 - wat zijn de effecten en knelpunten als het optimale streefpeil wordt ingesteld;
 - welke veranderingen zijn ten aanzien van de waterhuishoudkundige infrastructuur mogelijk (oplossingen).

Als voorbeeld kan een overstortdrempel dienen: indien het optimale streefpeil minder dan 20 cm onder een overstortdrempel ligt dan zal dit als knelpunt worden gesignaleerd, omdat dan de werking van de overstort hierdoor in gevaar komt (kans op wateroverlast stedelijk gebied door binnendringen oppervlaktewater via de riolering).

De afweging van conflicten, gevolgen en omvang van ingrepen leidt tot het vaststellen van voorgestelde streefpeilen.

3.4 Visie relatie grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen

De visie van waternood is een grondwaterregime dat optimaal is voor het grondgebruik in combinatie met het bodemtype. Om deze visie zoveel mogelijk na te streven kunnen diverse middelen worden ingezet. Dit zijn ondermeer de keuzen die gemaakt worden in het type grondgebruik, de detailontwatering, de inrichting van het watersysteem en ook de oppervlaktewaterpeilen.

Om zoveel mogelijk aan te sluiten op waternood moet gedacht worden aan een aanpak op korte termijn en op lange termijn.

Korte termijn

Uit vorige paragrafen is gebleken dat de hoogst toelaatbare grondwaterstand en de laagst toelaatbare zomergrondwaterstand zijn vastgesteld voor diverse grondgebruiken en de drie belangrijkste bodemtypen die voorkomen binnen het bemalingsgebied. Getracht is om vanuit deze bredere aanpak droogleggingsnormen vast te stellen in relatie tot ontwateringsniveaus, zodat het streefpeilenplan zo goed mogelijk aansluit op een watersysteemgerichte benadering, waarbij rekening wordt gehouden met de gewenste grondwaterstanden.

Lange termijn

Om een gebiedsgerichte relatie te kunnen leggen tussen ontwateringsniveau en drooglegging zijn langjarige meetreeksen van zowel oppervlaktewaterpeilen als grondwaterstanden noodzakelijk.

Zonder metingen zijn de knelpunten in het watersysteem te signaleren. Het is alleen niet duidelijk welke uitwerking eventuele maatregelen hebben, omdat de relatie tussen grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen nooit zijn gemeten. Aangezien deze ontbreken in de bemalingsgebieden Citters I en II kan geen gebiedsgerichte relatie tussen ontwateringsniveau en drooglegging worden gelegd.

Mogelijke maatregelen kunnen de komende jaren uitgedacht en uitgetoetst worden in combinatie met metingen, waardoor inzicht wordt verkregen in ondermeer de reikwijdte, de invloed, de consequenties en de tijdschaal van deze maatregelen.

Conclusie

Op basis van de hierboven beschreven visie is, in overleg met het Polderdistrict, gekozen voor de tweede methode, namelijk het bepalen van optimale en voorgestelde streefpeilen met behulp van droogleggingsnormen.

3.5 Optimale en voorgestelde streefpeilen

In deze paragraaf is een samenvatting opgenomen van de optimale en voorgestelde streefpeilen per peilvak. Een onderbouwing van de peilen en een beschrijving van de effecten per peilvak is gegeven in bijlage 1.

Tabel 2 geeft een overzicht van de huidige streefpeilen, de theoretische streefpeilen, de optimale en voorgestelde streefpeilen. In de laatste kolom is het verschil tussen het huidige streefpeil en het voorgestelde streefpeil gegeven; de streefpeil-aanpassing.

Tabel 2: Overzicht van huidige, theoretische, optimale en voorgestelde streefpeilen (in m+NAP) per peilvak en de streefpeilaanpassing (in m).

peilvak	huidig streefpeil	theoretisch streefpeil	optimaal streefpeil	voorgesteld streefpeil	verschil optimaal en voorgesteld	aanpassing
90	6,25	6,50	6,50	6,25	-0,25	0,00
91	5,80	5,75	5,75	5,75	0,00	-0,05
92	5,40/5,65	5,60 en 7,10	5,60 en 7,10	5,50 en 5,80	-0,10	+0,10/0,15
93	5,20	5,50	5,60	5,20	-0,40	0,00
94	5,20	5,10	5,10	5,20	+0,10	geen

In bijlage 1 zijn de in de tabel genoemde streefpeilen nader toegelicht.

In peilvak 92 bevindt zich ten oosten van Wijchen een klepstuw met een maximale stuwhoogte van 7,70 m+NAP. Om verdrogingsverschijnselen in het bovenstroomse deel van dit peilvak te verminderen wordt aangeraden hier een extra streefpeil in te stellen van 5,80 m+NAP.

Peilbeheer

Tijdens droge perioden, na de bewerkingperiode op landbouwgronden, kunnen de stuwen door de waterbeheerder enkele decimeters hoger worden gezet om voor extra waterbuffering te zorgen. Bij de volgende bewerkingperiode moeten de stuwpeilen weer omlaag.

Dit betekent dat de waterbeheerder de vrijheid heeft om bijvoorbeeld tijdens het droge seizoen (juni t/m augustus) het waterpeil, vooral in landbouw- en natuurgebieden, te verhogen. In het stedelijk gebied ligt het opzetten van stuwpeilen kritischer.

4 Effecten, knelpunten, oplossingen en aanbevelingen

4.1 Effecten op de functies

Waterbeheersing

Over het algemeen kan geconcludeerd worden dat in de bemalingsgebieden Citters I en II de streefpeilen ongewijzigd of hoger zijn dan de huidige streefpeilen. Het handhaven van hogere streefpeilen komt tegemoet aan de wens om water in het gebied te bufferen.

Landbouw

Ondanks het instellen van hogere streefpeilen wordt in 90% van het oppervlak van een peilvak voldaan aan de gewenste drooglegging. Hogere streefpeilen zorgen voor nalevering in droge tijden. Het gaat in dit plan om het vaststellen van streefpeilen die niet het gehele jaar gehandhaafd blijven, mede hierdoor worden geen problemen verwacht.

Stedelijk gebied

In de huidige situatie zijn geen grote ontwateringsknelpunten in het stedelijk gebied aanwezig. De bestaande infrastructuur met betrekking tot wandel- en fietspaden, tuinen en steigers/vlonders zijn in peilvak 92 de reden om af te wijken van het optimale streefpeil. Met betrekking tot de drempelhoogten van riooloverstorten zijn geen knelpunten geconstateerd als het voorgestelde streefpeil wordt ingesteld.

Ecologische waarden

Bij het opstellen van de voorgestelde streefpeilen zijn de wensen voor de natuurelementen zoveel mogelijk meegenomen. Het instellen van hogere streefpeilen komt de natte natuurelementen het Balgoijse meer en het Wijchens Meer ten goede.

4.2 Knelpunten en oplossingen

Relatie ontwatering - drooglegging

De relatie tussen ontwatering en drooglegging is gebaseerd op praktijkervaring. Om een gebiedseigen relatie tussen ontwatering en drooglegging vast te kunnen stellen is een aanvullende studie vereist waarbij veldwerk een belangrijk onderdeel vormt. Hierdoor is het mogelijk een optimaal peil per peilgebied of deelgebied vast te stellen.

Maaiveldverschillen binnen een peilvak

In beide bemalingsgebieden worden binnen één peilvak grote maaiveldverschillen aangetroffen. Vooral de peilvakken 90 en 92 (meest bovenstrooms gelegen) kampen met droogleggingsproblemen in de lagere delen van het peilvak (ter plaatse van de stuwen) en verdrogingsverschijnselen op de hoger gelegen gebieden. Een oplossing kan gezocht worden in het plaatsen van extra stuwen, waardoor een extra peilvak met streefpeil kan worden ingesteld.

Riooloverstorten

De drempelhoogten van de meeste riooloverstorten binnen de bemalingsgebieden zijn onbekend. Bij het instellen van de voorgestelde streefpeilen zou het kunnen zijn dat er bij een aantal riooloverstorten problemen gaat optreden. Er zijn geen problemen te verwachten bij die riooloverstorten waarbij de drempelhoogten al wel bekend zijn (zie bijlage 6). Voor gegevens over riooloverstorten zijn zowel de betreffende gemeenten als het zuiveringsschap geraadpleegd.

4.3 Aanbevelingen

Zoals in paragraaf 3.4 reeds is aangegeven verdient het de aanbeveling om een meetnet op te zetten, waarbij de relatie tussen grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen inzichtelijk wordt gemaakt.

Het grondgebruik en het bodemtype zijn bekend. Met behulp van bijvoorbeeld enkele meetraaien kan inzicht worden verkregen in de relatie tussen de oppervlaktewaterpeilen en grondwaterstanden voor een bepaalde combinatie van grondgebruik en bodemtype.

Als de relatie inzichtelijk is dan biedt dit mogelijkheden om het watersysteem te optimaliseren.

Literatuur

Cultuurtechnische vereniging, 1988. Cultuurtechnisch Vadimecum. Utrecht.

Dienst Landelijke Gebied, 1998. Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewater. Een op het grondwater georiënteerde aanpak voor inrichting en beheer van oppervlaktewatersystemen. Projectgroep Waterlood. Unie van Waterschappen en Dienst Landelijke Gebied. Utrecht.

Heidemij Advies, 1994. Polderdistrict Groot Maas en Waal, Hydrologische verkenning ter bepaling van aan- en afvoercoëfficiënten.

Heidemij Advies, 1997. Polderdistrict Groot Maas en Waal, Peilenplan Bommelerwaard.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1989. Derde Nota Waterhuishouding. Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1997. Vierde Nota Waterhuishouding, regeringsvoornemen. Den Haag.

Polderdistrict Groot Maas en Waal, 1995. Integraal Waterbeheersplan Gelders Rivierengebied 1994-1998. Deelplan Polderdistrict Groot Maas en Waal.

Provincie Gelderland, 1993. Verdroging in Gelderland. Deelrapport 4. Oorzaken van verdroging en oplossingsrichtingen in de 'groene gebieden'. Arnhem.

Provincie Gelderland, 1994. Zand in Banen. Zanddiepte-attentiekarten van het Gelders Rivierengebied. Arnhem.

Provincie Gelderland, 1996. Waterhuishoudingsplan Gelderland voor de jaren 1996-2000. Arnhem.

RIZA, 1998. Gewenste Grondwatersituatie Noord-Brabant. Deelrapport 2. Methode-ontwikkeling voor het bepalen van de optimale grondwatersituatie voor de sectoren landbouw, multifunctioneel bos en bebouwing. Rapportnr. 98.028.

RIZA, 1997. Gewenste Grondwatersituatie Noord-Brabant. Deelrapport 1. Methode-ontwikkeling voor het bepalen van de optimale grondwatersituatie voor de sector natuur. Rapportnr. 98.027.

Staring Centrum en WL Delft, 1999. Normen voor waterbeheer: op welke gronden? Differentiatie in bescherming tegen wateroverlast binnen regionale watersystemen op basis van grondgebruik. In opdracht van de Unie van Waterschappen.

Waterschappen Gelders Rivierengebied, 1995. Integraal Waterbeheersplan Gelders Rivierengebied 1994-1998.