

Bijlage 8 **Effectbeschrijving Waterrijk**

MEMO

Onderwerp:
Effectbeschrijving Waterrijk

Apeldoorn,
28 november 2008

Projectnummer:

Van:
H.G. van de Werfhorst

Opgesteld door:
H.G. van de Werfhorst & M. Bloemerts

DIVISIE WATER

Afdeling:
Water

Ons kenmerk:

Aan:
Projectteam Waterrijk

Kopieën aan:

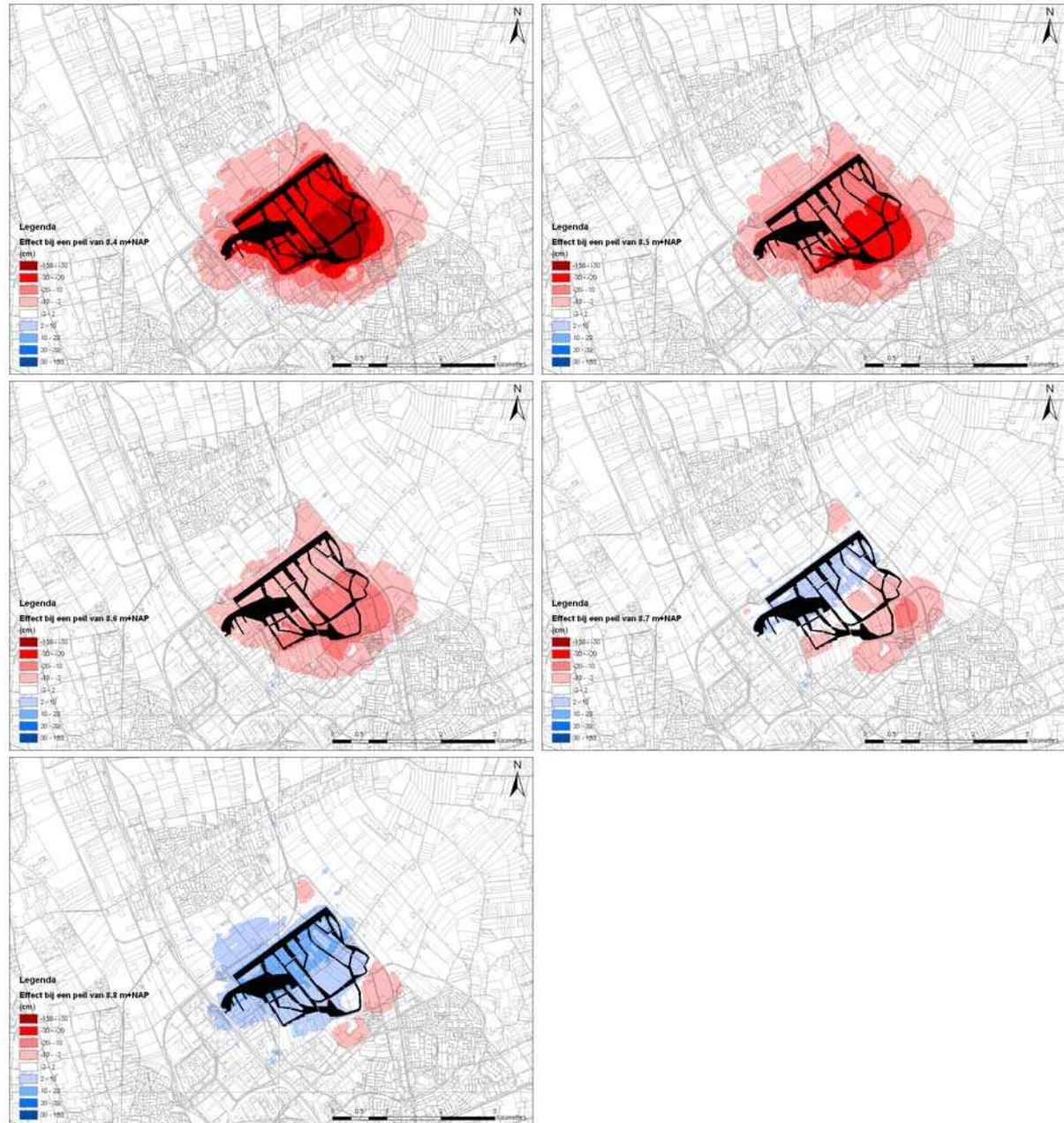
1. Waterkwantiteit

Door de aanleg van Waterrijk treden er effecten op in het (grond)watersysteem. In dit onderzoek is bepaald wat het meest ideale streefpeil voor het watersysteem van Waterrijk is, om een zo duurzaam mogelijk systeem te ontwerpen. In het voortraject heeft Royal Haskoning bepaald dat het ideale streefpeil tussen de 8,40-8,80 m NAP hoort te liggen. ARCADIS is gevraagd om dit onderzoek verder te specificeren. Om inzichtelijk te maken wat de effecten van de aanleg van Waterrijk zijn op de grondwaterstanden is voorafgaand aan de verschillende scenarioberekeningen de huidige situatie doorgerekend. Vervolgens is variant B van het stedenbouwkundige ontwerp in het model als scenario ingevoerd. Het toekomstige oppervlaktewatersysteem van Waterrijk (volgens variant B) is met verschillende streefpeilen tussen 8,40 en 8,80 m NAP doorgerekend. Er is een vergelijking gemaakt voor de peilen 8,40 - 8,50 - 8,60 - 8,70 en 8,80 m NAP. Doordat het functioneren van de waterhuishouding van het gebied geheel op de kop gaat is het van belang om bij extreme (droge en natte) situaties duidelijk te hebben wat de effecten zijn van de ontwikkelingen ter plaatse van Waterrijk.

Effecten op de grondwaterstand in de gemiddelde situatie

De gemiddelde situatie is de situatie die representatief is voor het grootste gedeelte van het jaar. In Figuur 1 zijn de effecten van de aanleg van Waterrijk ten opzichte van de huidige situatie weergegeven voor de gemiddelde situatie, bij streefpeilen tussen 8,40 en 8,80 m NAP. In de figuren is weergegeven wat onder de zelfde meteorologische omstandigheden het verschil (in cm) in grondwaterstand is tussen de huidige grondwaterstand en de grondwaterstand na aanleg van Waterrijk.

Figuur 1: Effect op de grondwaterstand in en om het toekomstige Waterrijk. (gemiddelde situatie)

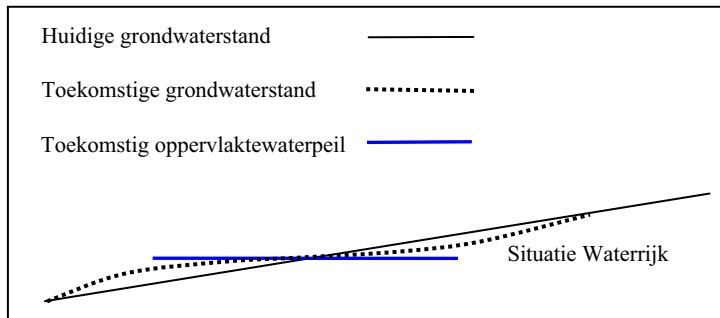


Door middel van de rode kleur is de verlaging van de grondwaterstand aangegeven. Het blauw geeft een verhoging aan. (dit geldt voor alle figuren in deze memo)

Conclusie 1: streefpeil gemiddelde situatie op 8,70 m NAP

Wanneer er voor een streefpeil gekozen wordt beneden de 8,70 m NAP, dan is er een duidelijk verdrogend beeld te zien. Bij een peil van 8,70 m NAP zijn de effecten het kleinst. Boven de 8,70 m NAP wordt de omgeving van het toekomstige Waterrijk natter dan nu het geval is.

Bij het peil van 8,70 m NAP is er een gedeelte wat iets natter wordt, voornamelijk in Waterrijk zelf. Aan de andere zijde bevindt zich een gedeelte dat iets droger wordt, dit loopt door tot ongeveer de Bleskolsingel. In de huidige situatie is verhang in de grondwaterstand aanwezig. Dit verhang zal niet in het toekomstige oppervlaktewater van Waterrijk voorkomen, waardoor ten opzichte van de huidige situatie het ene deel van het gebied iets droger wordt, en het andere deel iets natter. In figuur 2 is dit verschijnsel schematisch weergegeven.



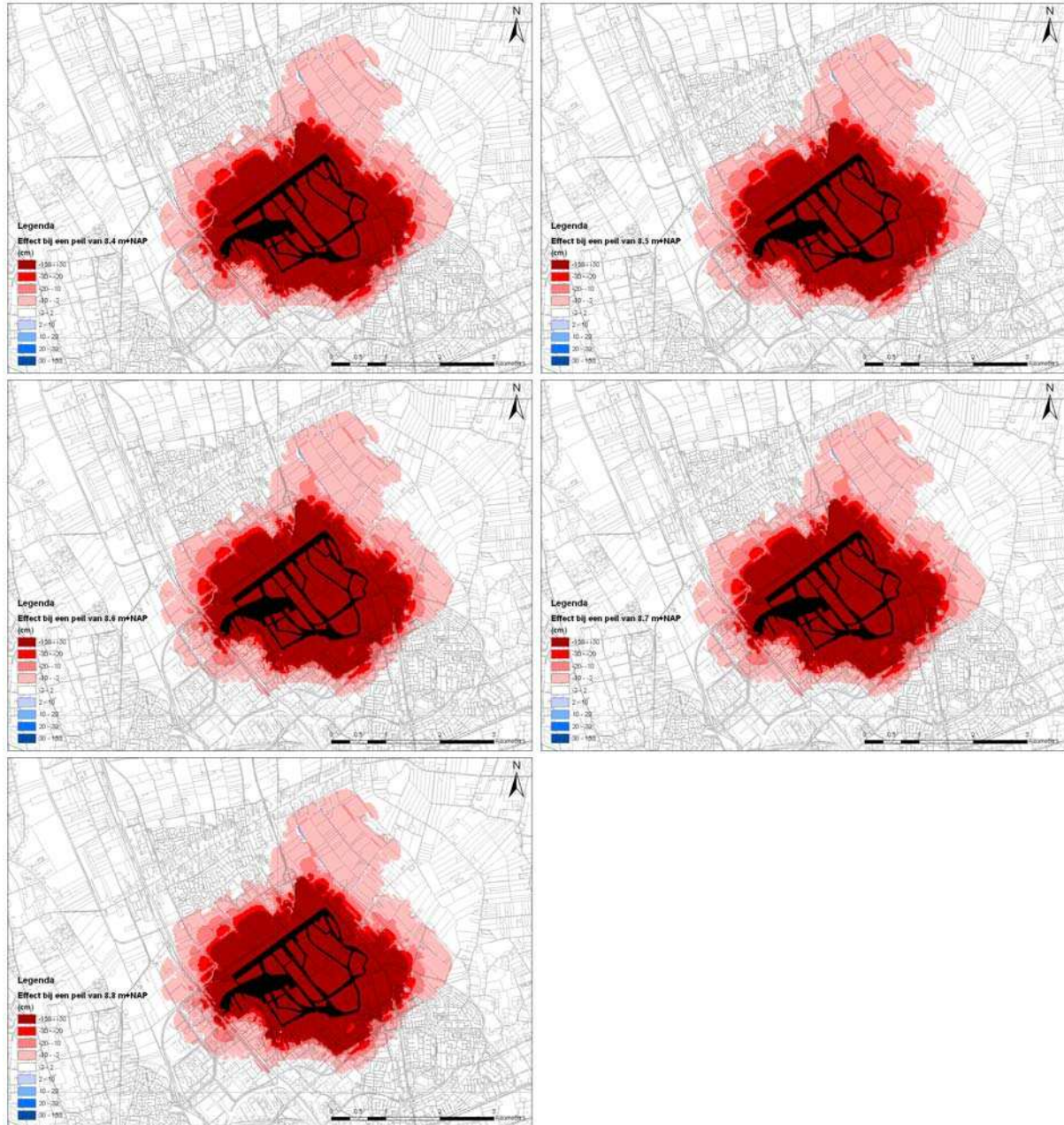
Figuur 2: schematische weergave huidige en toekomstige grondwaterstand

Uit de effectberekeningen is te concluderen dat voor de gemiddelde situatie, gezien de omgevingseffecten, 8,70 m NAP het meest geschikte streefpeil is.

Effecten op de grondwaterstand in de natte periode

Voor de natte situatie is een T=100 situatie genomen als uitgangspunt. Een T=100-situatie komt statistisch gezien gemiddeld 1 keer per 100 jaar voor. Een breed scala aan neerslaggebeurtenissen voldoet aan dit statistisch gemiddelde. De verschillende T=100 buien variëren in duur en intensiteit. Voor Waterrijk is bepaald welke bui het meest maatgevend (kritiek) is bij het huidige stedenbouwkundige ontwerp (variant B). Daaruit is gebleken dat voor dit stedenbouwkundige ontwerp, gezien de verdeling tussen verhard, onverhard en oppervlaktewater de 9 daagse T=100 situatie maatgevend is. In Figuur 3 zijn de effecten van de aanleg van Waterrijk ten opzichte van de huidige situatie weergegeven voor de extreem natte situatie (bij T=100), bij streefpeilen tussen 8,40 en 8,80 m NAP. In de figuren is weergegeven wat onder de zelfde meteorologische omstandigheden het verschil in grondwaterstand is tussen de huidige grondwaterstand en de grondwaterstand na aanleg van Waterrijk.

Figuur 3: Effect op de grondwaterstand in en om het toekomstige Waterrijk. (natte situatie, 9daagse T=100 bui)



Het ontwerp van Waterrijk voorziet in meer oppervlaktewater dan de huidige situatie. Doordat de hoeveelheid oppervlaktewater door de ontwikkeling van Waterrijk toeneemt, zal het grondwater gemakkelijker worden afgevoerd. In de natte periode zullen de grondwaterstanden in en rondom Waterrijk hierdoor minder hoog komen. In ruimtelijke zin verschillen de effecten tussen de verschillende streefpeilen hoegenaamd niet. Als het gaat om het ideale streefpeil voor Waterrijk, dan maakt het voor de omgeving van Waterrijk in de natte situatie niet uit of het peil 8,40 of 8,80 m NAP wordt.

De resultaten voor de natte periode staan in tabel 1. In alle gevallen wordt een berging van 450.000 m³ behaald. Hiermee wordt voldaan aan de eisen van het waterschap. Het debiet waarmee het water over de overlaat Waterrijk verlaat is weergegeven in de derde kolom. Hoe hoger het peil, hoe lager het debiet. De afgeleide waarde van 0,8 l/s/ha die het waterschap hanteert wordt niet gehaald. Dit is gunstig voor het waterschap.

Conclusie 2: streefpeil natte situatie tussen 8,40 - en 8,80 m NAP

Uit de getallen blijkt dat de verschillen in kwantitatieve zin gering zijn. De conclusie van deze berekening is dat het tijdens een extreem natte periode weinig verschil uitmaakt of het streefpeil 8,40 m NAP of 8,80 m NAP wordt, zowel voor de omgevingseffecten als voor de hoogste oppervlaktewaterstand ten opzichte van het streefpeil. De hoogste oppervlaktewaterstand ligt bij ieder streefpeil ongeveer 37 centimeter boven het streefpeil. Dit is geldt voor een situatie die eenmaal per 100 jaar voor komt.

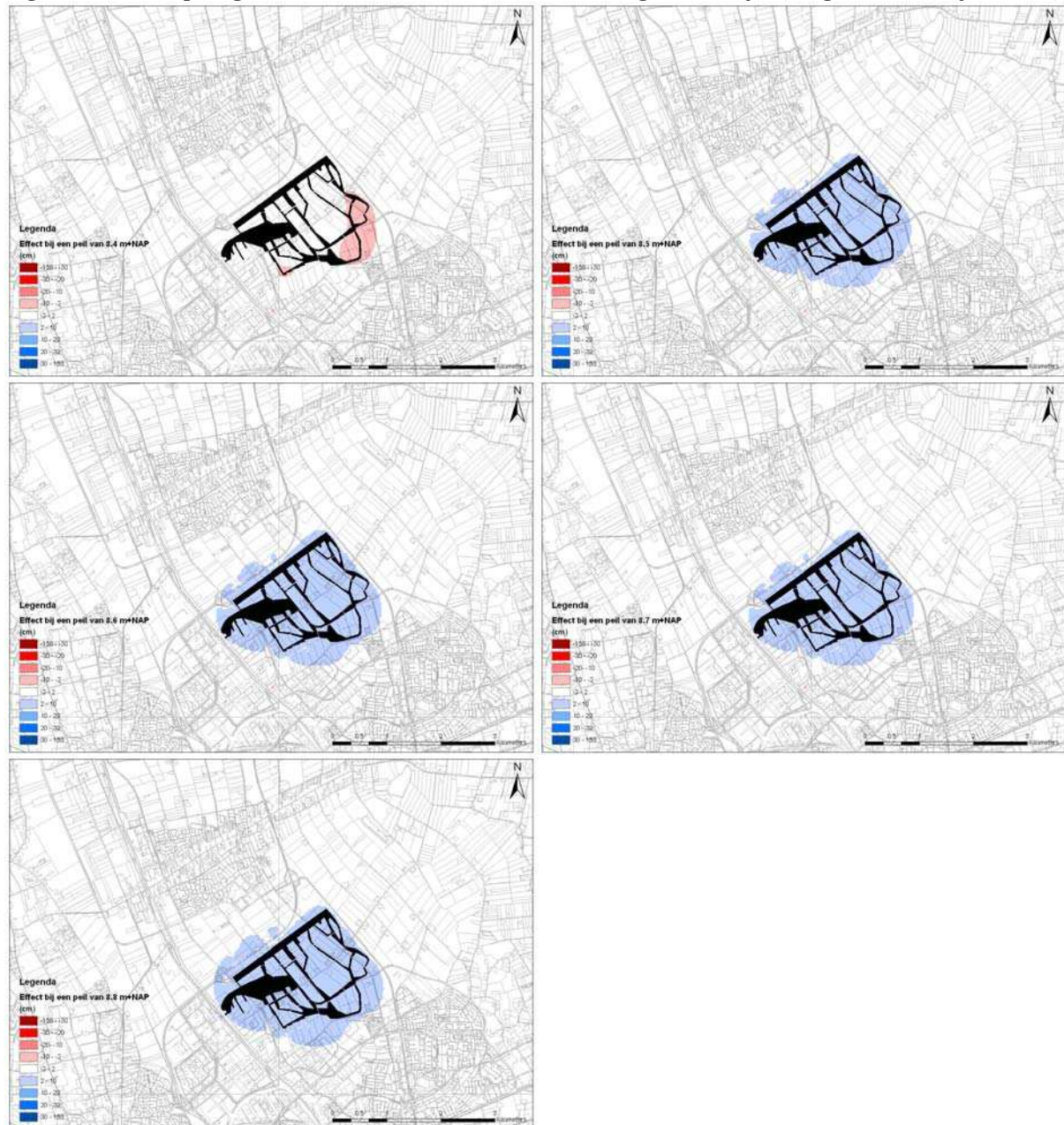
Tabel 1 Extreem natte periode in getallen

| Streefpeil [m+NAP] | Overlaat [m ³ /d] | Debiet overlaat [l/s/ha] | Hoogste piek [m+NAP] |
|--------------------|------------------------------|--------------------------|----------------------|
| 8.4 | 28736,3 | 0,60 | 8,78 |
| 8.5 | 26122,3 | 0,54 | 8,88 |
| 8.6 | 24279,3 | 0,51 | 8,98 |
| 8.7 | 21884,3 | 0,46 | 9,08 |
| 8.8 | 19339,3 | 0,40 | 9,18 |

Effecten op de grondwaterstand in de droge periode

Voor de extreem droge periode (najaar 2003) is berekend wat de effecten zullen zijn bij de verschillende streefpeilen van Waterrijk. Het najaar van 2003 stond gelijk aan het 5% droogste jaar, een situatie die 1 keer in de 20 jaar voorkomt. Voor de droge situatie zijn geen ontwerpomstandigheden gedefinieerd. In overleg met het waterschap en de gemeente is de situatie van het najaar 2003 gekozen als representatief. In die periode ontstond er een neerslagtekort van 200 mm. In Figuur 4 zijn de effecten van de aanleg van Waterrijk ten opzichte van de huidige situatie weergegeven voor de extreem droge situatie (najaar 2003), bij streefpeilen tussen 8,40 en 8,80 m NAP. In de figuren is weergegeven wat onder de zelfde meteorologische omstandigheden het verschil in grondwaterstand is tussen de huidige grondwaterstand en de grondwaterstand na aanleg van Waterrijk.

Figuur 4: Effect op de grondwaterstand in en om het toekomstige Waterrijk. (droge situatie, najaar 2003)



In Figuur 4 is te zien dat er bij het streefpeil 8,50 m NAP een omslagpunt ligt. Wanneer het streefpeil beneden de 8,50 m NAP wordt gekozen, dan zal het grondwater ten tijde van een droge periode dieper wegzakken dan in de huidige situatie. Wanneer het streefpeil hoger dan 8,50 m NAP wordt ingesteld, dan zullen de grondwaterstanden minder ver weg zakken dan in de huidige situatie.

In de droge periode zal het grondwaterpeil door het neerslagtekort dalen. Omdat het oppervlaktewater voor een groot gedeelte wordt gevoed door grondwater zal met het dalen van het grondwaterpeil ook

het oppervlaktewaterpeil dalen. In tabel 2 staat hoe ver het peil zal zakken als gevolg van dalende grondwaterstanden.

Tabel 2: Extreem droge periode in getallen

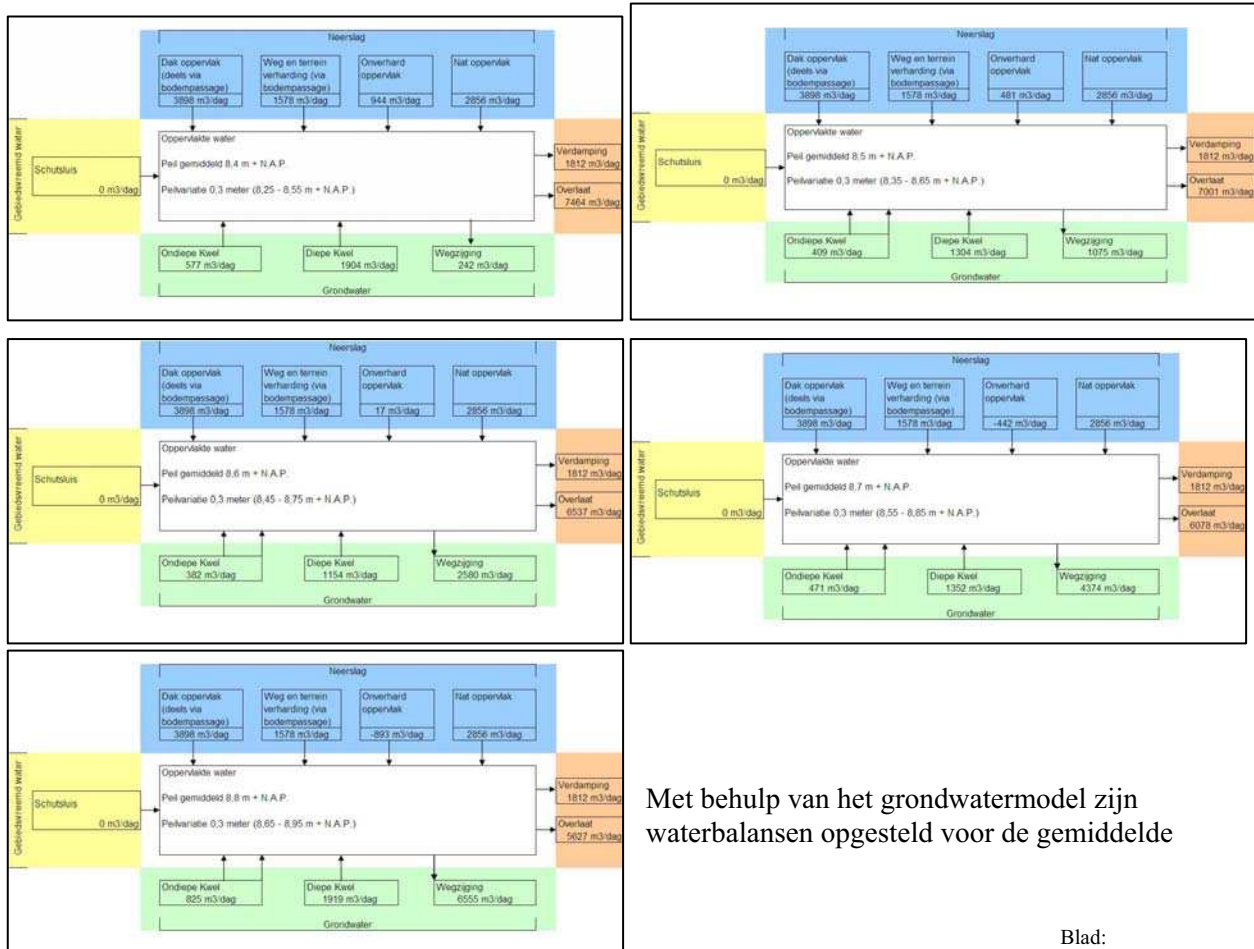
| Streefpeil [m+NAP] | Laagste peil [m+NAP] |
|--------------------|----------------------|
| 8.4 | 8.38 |
| 8.5 | 8.42 |
| 8.6 | 8.42 |
| 8.7 | 8.42 |
| 8.8 | 8.43 |

Conclusie 3: streefpeil droge situatie op 8,50 m NAP

Bij de peilen hoger dan 8,50 m NAP verandert het laagste peil ten opzichte van NAP hoegenaamd niet meer. Hoe hoger het streefpeil dan gekozen wordt, hoe meer het peil onder droge omstandigheden zal uitzakken. Dit komt omdat er geen wateraanvoer in het oppervlaktewater zit. Bij een oppervlaktewaterpeil van 8,40 m NAP zal er tot kort voor de droge periode nog grondwater worden afgevangen door het oppervlaktewater. Hierdoor is er een verdrogend effect bij een oppervlaktewaterpeil van 8,40 m NAP.

Aan de hand van de effectberekeningen (op de omgeving) wordt geconcludeerd dat het ideale streefpeil in droge perioden 8,50 m NAP is.

Waterbalansen



Met behulp van het grondwatermodel zijn waterbalansen opgesteld voor de gemiddelde

ARCADIS

situatie. De variabele factor in de waterbalansen is het streefpeil van het oppervlaktewater. Door het oppervlaktewaterpeil te variëren verandert de interactie met het grondwater. In figuur 5 zijn de waterbalansen weergegeven.

Uit de waterbalansen komt naar voren dat bij een hoger streefpeil de hoeveelheid water dat het systeem via de overlaat uitstroomt, afneemt. Dit wordt veroorzaakt doordat er meer water in het systeem van Waterrijk geborgen wordt.

Uit de waterbalansen blijkt daarnaast dat de hoeveelheid kwel die in het oppervlaktewatersysteem komt het minst is bij een streefpeil van 8,60 m NAP. Dit geldt zowel voor de diepe als de ondiepe kwel. De wegzijging vanuit het oppervlaktewater wordt groter naarmate het peil hoger komt te liggen. Wanneer het streefpeil hoger komt dan 8,60 m NAP, dan neemt de hoeveelheid neerslag die wegzijgt in de bodem toe. Een gedeelte daarvan kwelt vervolgens weer op in het oppervlaktewater.

Conclusie 4: waterbalansen

Op basis van de waterbalans is geen duidelijke onderscheidt tussen de verschillende streefpeilen op te maken.

Eindconclusie waterkwantiteit: meest geschikt streefpeil

In de bovenstaande tekst zijn 4 conclusies t.a.v. de waterkwantiteit op gesteld:

1. gemiddeld peil: streefpeil is 8,70 m NAP
2. natte situatie: alle peilen zijn mogelijk, geen grote verschillen
3. droge situatie: streefpeil van 8,50 m NAP
4. Waterbalans: alle peilen zijn mogelijk, geen grote verschillen

De gemiddelde situatie komt het meeste voor en telt daarom het zwaarste mee in de afweging. We adviseren vanuit de waterkwantiteit om een streefpeil van 8,70 m NAP binnen Waterrijk te hanteren.

2. Waterkwaliteit

Waar komen de streefwaarden vandaan?

Als streefwaarden voor Waterrijk zijn als zomergemiddelde waarden 0,08 mg P/l en 1,5 mg N/l aangenomen. Deze waarden komen overeen met de werknormen voor nutriënten voor een goed ecologisch potentieel. Hierbij is ervan uitgegaan dat Waterrijk te vergelijken is met een ondiep gebufferd meer (watertype M14*). Er wordt vanuit gegaan dat de fosforconcentratie sturend is voor de waterkwaliteit. De streefwaarden liggen onder de MTR norm voor nutriënten. De MTR norm is de eis die het waterschap op dit moment aan de waterkwaliteit stelt. Wanneer deze streefwaarden gehaald worden kan redelijkerwijs worden aangenomen dat het water wat de algensamenstelling betreft ook geschikt is om te zwemmen. Bij deze streefwaarden ontstaat een evenwichtige situatie waarin blauwalgen geen kans hebben om te domineren. Voor zwemwater worden geen eisen aan nutriëntgehalten gesteld. Wel moeten een aantal parameters aan eisen voldoen. Hierbij gaat het over doorzicht en E.coli bacteriën.

** Korte uitleg watertype M14:*

De typering is conform de Kader Richtlijn Water (KRW) systematiek. Watertype M14 is een ondiepe (matig grote) gebufferde plas. Het zijn vlakvormige, vrij ondiepe (0,5 – 3,5 m), semi-stagnante en gebufferde zoete wateren. De bodem bestaat uit zand/veen en/of klei.

Bron: referenties en maatlatten voor Meren voor de KRW, STOWA 2004-42a

Tabel 3: Streefwaarden waterkwaliteit

| | MTR | Streefwaarde voor Waterrijk |
|---|-------------|-----------------------------|
| N | 2,2 mg N/l | 1,5 mg N/l |
| P | 0,15 mg P/l | 0,08 mg P/l |

Het waterschap is akkoord gegaan met deze aangenomen streefwaarden. Wat betreft het waterschap is de MTR norm voldoende voor de nutriëntgehalten.

Wat zijn de effecten van verstoringen op de nutriëntenhuishouding en op de waterkwaliteit in het algemeen?

Vogelkolonie

De effecten van een vogelkolonie op de nutriëntenbalans zijn relatief klein. Door de diepte en stroming in het systeem wordt het risico voor het voorkomen van botulisme onder watervogels verkleind.

- Om de effecten van een vogelkolonie te bepalen, is een uitgangspunt genomen in een vogelpopulatie van 85 ganzen en 60 aalscholvers gedurende een bepaalde periode per jaar.
 - 60 aalscholvers 365 dagen/jaar
 - 60 nijlganzen 75 dagen/jaar voorjaar
 - 11 Canadese ganzen 75 dagen/jaar voorjaar
 - 14 brandganzen 75 dagen/jaar voorjaar
- Aan de hand van drie methodes (welke naast elkaar zijn gebruikt, en vervolgens is de gemiddelde waarde van de uitkomsten gebruikt) is de bijdrage van de vogels aan de nutriëntenbalans geschat op 51 kg N per jaar en 12,5 kg P per jaar. De gebruikte methodes zijn: 1) literatuur – Denneman

ARCADIS

en De Vries (1985), 2&3) 'Waterbirds' – tool ontwikkeld door het NIOO, welke aan de hand van twee rekenmethodes de bijdrage van vogels berekent.

- De hierboven genoemde hoeveelheden stikstof en fosfor zijn relatief klein op de nutriëntenbalans: 4,8% van de totale jaarlijkse aanvoer voor P en 0,3% van de jaarlijkse aanvoer voor N.
- Botulisme: kan voorkomen bij hoge temperaturen. Stroming in het water en de verdieping in de centrale plas helpen om het risico te verkleinen.

Sluis

Voor de sluis zijn er grofweg twee opties. De sluis kan zo gemaakt worden dat er water uit het kanaal via de sluis in Waterrijk komt, of er kan een sluis met terugvoerpomp aangelegd worden, waardoor er geen water vanuit het kanaal in het watersysteem van Waterrijk zal komen. Wanneer er geen terugvoerpomp wordt aangelegd, zal de bijdrage van de sluis op de nutriëntenbalans 18 % voor P op jaarbasis zijn, en 5,8 % voor N op jaarbasis. Het in gebruik nemen van een terugvoerpomp zal een betere waterkwaliteit opleveren. Echter, er zal een afweging gemaakt moeten worden tussen de kosten en baten. De verwachte nutriëntenconcentraties laten zien dat er een goede waterkwaliteit verwacht kan worden wanneer er water via de sluis in Waterrijk komt, maar het is van belang om een robuust watersysteem te krijgen. De aanwezigheid van de sluis zal naar verwachting geen cruciale rol hierin spelen wanneer het geadviseerde oppervlakte helofytenfilter wordt aangelegd.

De aanvoer van nutriënten uit het kanaal via de sluis vindt voornamelijk plaats in de zomer wanneer de recreatievaart het drukst is. Dit is ook het seizoen wanneer algenbloei op zou kunnen treden. Vanuit het oogpunt van waterkwaliteit wordt dan ook geadviseerd om de terugvoerpomp wel aan te leggen. Wanneer de pomp wordt geïnstalleerd, kan het oppervlakte helofytenfilters met 10-25% verminderd worden. De volgende stoffenbalansen (pagina's 14,15 en 16) is de invloed van de sluis weggelaten.

Recreatie

Recreatie kan een druk leggen op het watersysteem. Het effect op de nutriëntenhuishouding van recreatie is verwaarloosbaar, door stroming zullen plaatselijke effecten snel verdwijnen. De bacteriologische samenstelling van het water kan wel worden beïnvloed door recreatie. Aanbevolen wordt om te zorgen voor optimale mogelijkheden voor verantwoorde afvoer van afvalstoffen van de recreatievaart (bijvoorbeeld een gratis verzamelpunt bij de sluis) en te streven naar een passende recreatiedruk (bijv. de helft van het maximum). De maximale recreatiedruk is 15.000 pleziervaartdagen/jaar. De recreatiedruk door zwemmers is verwaarloosbaar.

Toelichting recreatie.

- *Rijkswaterstaat geeft aan: Bijdrage van recreatie vaart aan N en P in het oppervlaktewater is landelijk gezien circa 1%. Belangrijker is recreatie als bron voor bacteriën. “De vuilwaterlozingen van recreatievaartuigen dragen bij aan de eutrofiëring in kleine, kwetsbare wateren en de bacteriële verontreiniging nabij zwemwaterlocaties in oppervlaktewater. De impact van deze fecale verontreiniging door de recreatievaart is veel groter dan men op basis van het landelijk gemiddelde mag veronderstellen. Lokaal gezien kan er zeker in het hoogseizoen een aanzienlijke piekbelasting van de fecale verontreiniging ontstaan op soms juist stilstaande wateren. Vaak zijn dit kwetsbare regionale wateren, die ook voor andere vormen van waterrecreatie (bijvoorbeeld zwemmen) worden gebruikt. De kans op pathogene besmetting van zwemmers als gevolg van vuilwaterlozingen door de recreatievaart is nog niet nader gekwantificeerd.”*
- *EU-zwemwaterrichtlijn heeft de norm voor E.coli's gesteld op 5000 kve/l, en gebruikt als richtlijn een bijdrage van $1 \cdot 10^9$ kve/dag per pleziervaartuig (Bron: Beïnvloeding van de (zwem)waterkwaliteit door pleziervaart, G.B.J. Rijs (RIZA) & E.J.T.M. Leenen (Grontmij), februari 2005.)*
- *Bijdrage van zwemmers*
 - *E. coli $2 \cdot 10^7$ per bezoeker*
 - *Intestinale enterokokken $1 \cdot 10^7$ per bezoeker*
- *Bijdrage van recreatievaart en chartervaart*
 - *E. coli $1 \cdot 10^9$ per lozing*
 - *Intestinale enterokokken $0,5 \cdot 10^9$ per lozing*

(Bron: Handreiking bij het opstellen van een zwemwaterprofiel. RIZA en Grontmij, 2005)

- *Uit bovenstaande blijkt dat de bijdrage van zwemmers en recreatievaart verwaarloosbaar is voor de nutriëntenbalans wanneer er voldoende menging plaatsvindt. Recreatie speelt vooral een rol op het gebied van bacteriën. Hierbij is het belangrijk om de EU-norm te hanteren (5000 kve/l). Het systeem bevat $3 \cdot 10^9$ l water (zie punt 3). Vermenigvuldigd met de EU-norm komen we op $1,5 \cdot 10^{13}$ kve voor het hele systeem. Wanneer we ervan uitgaan dat een lozing een jaar in het systeem blijft dan komt dit overeen met 500.000 zwembezoeken/jaar of 15.000 pleziervaartdagen/jaar.*
- *Uitgaande van 100 zwemmers/zwemdag, 15 zwemdagen/zwemmaand, 4 zwemmaanden/jaar kom je op max 6000 zwemmers/jaar. Voor de pleziervaart zou een zelfde berekening gedaan kunnen worden. Het aantal pleziervaartdagen mag ruim 2 x zo hoog zijn als het aantal zwemmers. De druk van zwemrecreatie op het systeem is verwaarloosbaar. Toch wordt ook hier verwacht dat de EU-norm niet wordt overschreden. De verwachting is dat de bacteriologische samenstelling van het systeem op orde blijft bij een redelijke recreatiedruk.*

Fasering in aanleg

In de eerste fase wordt het helofytenfilter aangelegd. We adviseren om het filter direct na de aanleg van het watersysteem in fase 1 in gebruik te nemen. Wanneer het filter eerder in gebruik wordt genomen, is er kans op onnodige hoeveelheden opgeloste deeltjes in het filter (door troebel water). In de eerste fase worden ook enkele primaire watergangen en de centrale plas gegraven. Deze worden volgens plan deels voorzien van natuurvriendelijke oevers. Aan het begin is het watersysteem nog niet in zijn natuurlijke evenwicht en is het daardoor gevoeliger voor incidentele omstandigheden en verstoringen. Door in de eerste fase al direct waar mogelijk natuurvriendelijke oevers aan te leggen, zal het systeem zich sneller richting een natuurlijk evenwicht ontwikkelen waardoor een stabiel systeem ontstaat. Met natuurvriendelijke oevers worden oevers met profiel 1 (zie bijlage 1) bedoeld.

ARCADIS

In de tweede fase worden primaire en secundaire watergangen aangelegd in verschillende delen van het plangebied. Hierbij geldt, net als in de eerste fase, dat het van belang is om aan het eind van de tweede fase het watersysteem te verbeteren door natuurvriendelijke oevers aan te leggen. Het is belangrijk om vanaf het begin een goede waterkwaliteit na te streven. Wanneer eenmaal een troebele nutriëntenrijke situatie is ontstaan, zal het meer moeite kosten om weer een heldere waterplas te krijgen. Dit komt door het principe van de zogenaamde ‘alternatieve stabiele toestanden’ (zie kader).

In de derde fase worden tertiaire watergangen aangelegd en wordt de Zuidplas uitgegraven. Aan het eind van deze fase ligt er een compleet watersysteem.

Om zo snel mogelijk evenwicht te krijgen in het systeem is het verstandig om zo vroeg mogelijk te starten met de aanleg van natuurvriendelijke oevers (zeker ook omdat deze niet direct effectief zijn). We adviseren de aanleg te starten zodra de locatie niet meer met zwaar materiaal betreden wordt. Voor een snelle effectiviteit van het systeem is aanplant van gewenste plantensoorten en het aanvoeren van zaden voor ondergedoken waterplanten aan te bevelen. Dit geldt ook voor ondiepere gedeelten van de plas. Naast de zuiverende werking, heeft een natuurvriendelijke oever ook een erosiebeperkende werking. Ook dit is van belang aan het begin van het project, om ervoor te zorgen dat de gegraven profielen in stand gehouden kunnen worden.

Natuurvriendelijke oevers hebben het grootste werkzame vermogen in het groeiseizoen van de planten. Hiermee rekening houdende is het raadzaam om te zorgen dat de natuurvriendelijke oevers aan het begin van het groeiseizoen aangelegd zijn, zodat ze in het groeiseizoen meteen tot ontwikkeling kunnen komen.

Effecten van de huidige moerige bovengrond

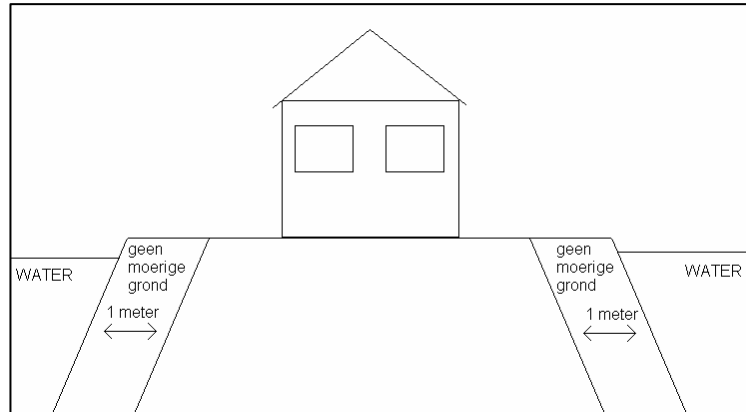
De bovenste 50 cm van de huidige bodem bevat een moerige laag en de nutriëntenconcentraties zijn hier beduidend hoger (P-concentratie van 0,26 g/kg ds) dan in de onderliggende bodemlagen. Om te voorkomen dat de aanwezige nutriënten uitspoelen naar het oppervlaktewater, wordt geadviseerd om de bovenste 50 cm zodanig te verwerken in de nieuwbouwplannen dat het niet in contact komt met het oppervlaktewater. Door een laag ‘schone grond¹’ aan te leggen als buffer worden de mogelijkheden voor uitspoeling van nutriënten aanzienlijk verminderd. De nutriënten uit de moerige bovengrond zullen, wanneer ze via neerslagwater uit zouden gaan spoelen, eerst door de laag schonere grond moeten. Deze grond bevat ijzer wat fosfor kan binden. Hierdoor zullen slechts beperkte hoeveelheden nutriënten het oppervlaktewater bereiken.

Figuur 5 geeft een illustratie van de opzet zoals wij die adviseren. Tussen het oppervlaktewater en de moerige grond moet een 1 meter dikke laag “schone grond” aanwezig zijn. De grond op het woonoppervlak hoeft hierdoor niet volledig vergraven te worden. Door de 1 meter dikke laag aan te leggen, is de buffer groot genoeg.

Ook voor de natuurvriendelijke oevers is het goed om een bodemlaag van 1 meter ‘schone grond’ aan te houden. Planten hebben nutriënten nodig om te groeien. Echter, de moerige grond heeft hoge nutriëntenconcentraties en op deze grond zullen slechts bepaalde –ongewenste- soorten planten kunnen groeien waardoor een ruigte ontstaat. Voor een goede soortensamenstelling moet een bodem

¹ Met ‘schone grond’ wordt hier bedoeld: niet moerige grond, maar de zandbodem die dieper dan 50 cm ligt.

aanwezig zijn met matige nutriëntenconcentraties. De natuurvriendelijke oevers zullen dan ook profiteren van de aanleg van de 1 meter dikke laag ‘schone grond’.



Figuur 5: Illustratie van de verwerking van de moerige bovengrond.

Alternatieve stabiele toestanden

Nederlandse ondiepe meren kennen twee alternatieve stabiele toestanden.

De helder water toestand wordt gestabiliseerd door ondergedoken waterplanten. Deze planten doen de resuspensie van de bodem afnemen, ze versterken de sedimentatie van materiaal, ze zorgen voor schuilgelegenheden voor algen-etende grote watervlooien, ze concurreren met algen om nutriënten en ze zorgen voor een verschuiving in vissoorten.

De troebele toestand wordt vooral gestabiliseerd door hoge fosfaat-nalevering vanuit de bodem, de dominantie van voor watervlooien oneetbare blauwalgen en een dominantie van brasem die watervlooien eet en de bodem opwoelt.

Helder water is het meest stabiel bij lage nutriëntengehalten, een troebele toestand is stabiel bij hoge nutriëntengehalten. Bij matige nutriëntengehalten kunnen beide toestanden voorkomen.

In het algemeen wordt aangehouden dat voor een stabiele heldere toestand het fosfaatgehalte ten minste lager moet zijn dan 0,05 mg P/l. Bij een totaal fosfaatgehalte tussen 0,05 mg P/l en 0,15 mg P/l kunnen twee alternatieve stabiele toestanden voorkomen. Er wordt nog volop onderzoek gedaan naar deze grenzen. De grenzen voor de nutriëntengehalten hangen af van de situatie (grootte van het water, mate van stikstofbeperking, bodemtype).

Deze stabiliserende mechanismen maken dat ecologisch herstel moet beginnen met een reductie van de nutriëntengehalten, maar dat mogelijke aanvullende maatregelen nodig zijn voor de reductie van de brasemstand en de terugkeer van roofvis en waterplanten. (Bron: helpdeskwater.nl)

Welke minimale stroomsnelheden zijn vereist voor een goed functionerend watersysteem?

Bij problemen met de waterkwaliteit in een waterplas is een algemeen advies dat gezorgd moet worden voor een verblijftijd van het water van maximaal 10 dagen. De stroming zorgt voor de aanvoer van schoon ‘vers’ water. Via het doorspoelwater wordt de temperatuur op peil gehouden en wordt zuurstof aangevoerd. Vooral in ondiep stilstaande watersystemen is dit van belang tijdens de zomers om zuurstofloosheid te voorkomen.

ARCADIS

Waterrijk is een hydrologisch geïsoleerd systeem. Het systeem is zo ingericht dat een optimale waterkwaliteit gegarandeerd wordt (door te streven naar lage nutriëntenbelasting, hoge nutriëntentententie en een veerkrachtig systeem met diepere en ondiepere gedeelten). Waterrijk bestaat uit verschillende delen; Een helofytenfilter, een diepe en een ondiepe plas en verschillende watergangen. De natuurvriendelijke oevers bevinden zich met name in het ondiepe gedeelte en de watergangen. Voor een optimale zuiverende werking is het van belang dat het water de verschillende delen doorstroomt. (Wanneer de nutriëntenconcentraties aan de streefwaarden voldoen, dan kan een goede waterkwaliteit en ecologische toestand ontstaan zonder dat er stroming of doorspoeling is (voor ondiepe gebufferde meren wordt als referentie een verblijftijd van 1,5 tot 8,9 jaar opgegeven). Echter, wanneer lokaal en incidenteel, de nutriëntenconcentraties hoger zijn, dan zullen factoren als verblijftijd, stroming en de aanwezigheid van natuurvriendelijke oevers een rol gaan spelen om te zorgen dat het watersysteem de verhoogde nutriëntenconcentraties kan verwerken).

Voor een eerste inschatting van de gewenste doorstroming is uitgegaan van een verblijftijd van 10 dagen in de diepe centrale plas.

Waterrijk heeft een wateroppervlakte van 120 ha, waarvan 42 ha water de centrale plas vormt. De centrale plas heeft een gemiddelde diepte van 3,5 meter en daarmee een volume van 1.470.000 m³ water. De overige watergangen hebben een gemiddelde diepte van 1,5 m en daarmee een volume van 1.404.000 m³ water.

Voor het aspect doorstroming, wordt gestreefd naar een verblijftijd van 10 dagen in de centrale plas. Dit kan gerealiseerd worden door via de watergangen het water door te laten stromen. Dagelijks moet 1/10 van de centrale plas vervangen worden: 147.000 m³ water. Dit komt overeen met ongeveer ruim 5% van de waterinhoud in de watergangen. Uitgaande van een totale omloopsnelheid van circa 4500 m, komt dit neer op een stroming van 250 m/d, welke gelijk is aan 0,29 cm/s. Dit geldt niet voor het helofytenfilter. Daar geldt een verblijftijd, die nodig om tot een goede zuivering te komen, van ongeveer 20 dagen.

Bij een stroomsnelheid van 0,29 cm/s wordt een goede doorstroming in het gehele watersysteem gegarandeerd. De verwachting is dat het systeem bij een lagere stroomsnelheid ook nog goed kan functioneren. Om te achterhalen bij welke stroomsnelheid een goede menging verkregen wordt zijn gedetailleerde berekeningen nodig waarbij het watersysteem in kaart wordt gebracht en ook windwerking wordt meegenomen. Goede menging is van belang voor het zelfreinigende vermogen van het systeem.

Het meest gevoelig voor stilstaand water zijn de delen van de watergangen waarbij een strak stedenbouwkundig profiel aanwezig is. De harde steile oevers kunnen voor een instabiel systeem zorgen met nauwelijks tot geen zelfreinigend vermogen. Bij het bepalen van het aantal en de locatie van de molentjes, zal hiermee rekening gehouden moeten worden. Hierbij gaat het erom om in elk van de watergangen met harde oevers waar de kans bestaat stilstaand water te krijgen, een molentje te plaatsen. Deze molentjes zullen zorgen voor een minimale doorstroming. De invulling van het type molentje en de capaciteit van het molentje zullen bepalen of het voldoende is om per watergang 1 molentje te plaatsen of dat er meerdere nodig zullen zijn.

Waterbalans, stoffenbalans, retentie en helofytenfilter

Retentie

Bij het berekenen van de nutriëntenbalansen zijn uitgangspunten voor de retentie gekozen. Voor stikstof een retentiefactor van 0,25 en voor fosfor 0,45. Dit betekent dat 25% van het inkomende stikstof en 45% van het inkomende fosfor via retentieprocessen uit het watersysteem verdwijnt. Deze gemiddelde waarden voor Nederland zijn door de Klein (2006) afgeleid voor meren. Het watersysteem van Waterrijk kan worden beschouwd als een meer. Hoewel Waterrijk een gesloten watersysteem is met een relatief lage belasting gaan we er toch vanuit dat bovenstaande percentages voor het systeem gelden. Het is belangrijk om te realiseren dat dit gemiddelde waarden zijn en dat er een grote variatie in retentie wordt gevonden. Over het algemeen hebben laagbelaste systemen een kleinere retentie dan hoog belaste systemen.

Retentie

In een waterplas vindt nutriëntentransport plaats het systeem in en het systeem uit. Deze termen zijn niet aan elkaar gelijk. Over het algemeen wordt een deel van de inkomende nutriënten in het watersysteem op een natuurlijke manier verwijderd. Dit wordt ook wel aangeduid met de term retentie. Retentie wordt veroorzaakt door verschillende processen. De belangrijkste processen voor stikstof zijn denitrificatie en sedimentatie. Voor fosfor zijn de belangrijkste processen sedimentatie, adsorptie en precipitatie. Fosfor en stikstof kunnen ook weer vrijkomen door nalevering vanuit de waterbodem. Over het algemeen vindt er echter nette sedimentatie plaats. Omdat de meeste processen afhankelijk zijn van biologische processen is de retentie in de zomer het grootst.

Uitgangspunten voor berekening stoffenbalans in relatie met het gewenste streefpeil

In het eerste deel van deze memo is vanuit de waterkwantiteit ingegaan op de bepaling van het gewenste streefpeil. Deze paragraaf bekijkt het streefpeil vanuit de waterkwaliteit. Er zijn voor ieder peil (tussen 8,40 m – en 8,80 m NAP) stoffenbalansen opgesteld.

Wanneer voor de waterbalans de inkomende vrachten aan nutriënten en bovenstaande retentie bekend zijn en wordt aangenomen dat de uitstroomconcentratie gelijk is aan de concentratie van het systeem, dan kan de concentratie in het systeem berekend worden. Dit vormt de sluitpost van de berekening.

Tabel 4: Stoffenbalans bij een waterpeil van 8,4 m NAP

| | | Jaar (kg N) | Jaar (kg P) |
|-----|-------------------------------|-------------|-------------|
| In | Neerslag Daken (rechtstreeks) | 470 | 16 |
| | Daken (bodempassage) | 996 | 33 |
| | Verhard | 2.131 | 50 |
| | Onverhard | 345 | 33 |
| | Open water | 1.251 | 0 |
| | Sluis | 1.414 | 47 |
| | kwel ondiep | 6.739 | 29 |
| | kwel diep | 6.950 | 54 |
| | stikstofdepositie | 4.235 | 0 |
| | Totaal | 24.530 | 263 |
| Uit | Wegzijging | 596 | 5 |
| | Bergingsgebied | 17802 | 140 |
| | Retentie | 6132 | 118 |
| | Totaal | 24530 | 263 |

Tabel 5: Stoffenbalans bij een waterpeil van 8,5 m NAP

| | | Jaar (kg N) | Jaar (kg P) |
|-----|-------------------------------|-------------|-------------|
| In | Neerslag Daken (rechtstreeks) | 470 | 16 |
| | Daken (bodempassage) | 996 | 33 |
| | Verhard | 2.131 | 50 |
| | Onverhard | 176 | 17 |
| | Open water | 1.251 | 0 |
| | Sluis | 0 | 0 |
| | kwel ondiep | 4.777 | 21 |
| | kwel diep | 4.760 | 37 |
| | stikstofdepositie | 4.235 | 0 |
| | Totaal | 18.796 | 174 |
| Uit | Wegzijging | 1.961 | 16 |
| | Bergingsgebied | 11.783 | 59 |
| | Retentie | 5.052 | 99 |
| | Totaal | 18.796 | 174 |

Tabel 6: Stoffenbalans bij een waterpeil van 8,6 m NAP

| | | Jaar (kg N) | Jaar (kg P) |
|-----|-------------------------------|-------------|-------------|
| In | Neerslag Daken (rechtstreeks) | 470 | 16 |
| | Daken (bodempassage) | 996 | 33 |
| | Verhard | 2.131 | 50 |
| | Onverhard | 6 | 1 |
| | Open water | 1.251 | 0 |
| | Sluis | 0 | 0 |
| | kwel ondiep | 4.462 | 20 |
| | kwel diep | 4.212 | 33 |
| | stikstofdepositie | 4.235 | 0 |
| | Totaal | 17.763 | 153 |
| Uit | Wegzijging | 3.781 | 29 |
| | Bergingsgebied | 9188 | 34 |
| | Retentie | 4.794 | 90 |
| | Totaal | 17.763 | 153 |

Tabel 7: Stoffenbalans bij een waterpeil van 8,7 m NAP

| | | Jaar (kg N) | Jaar (kg P) |
|-----|-------------------------------|-------------|-------------|
| In | Neerslag Daken (rechtstreeks) | 470 | 16 |
| | Daken (bodempassage) | 996 | 33 |
| | Verhard | 2.131 | 50 |
| | Onverhard | -161 | -15 |
| | Open water | 1.251 | 0 |
| | Sluis | 0 | 0 |
| | kwel ondiep | 5.501 | 24 |
| | kwel diep | 4.935 | 38 |
| | stikstofdepositie | 4.235 | 0 |
| | Totaal | 19.358 | 146 |
| Uit | Wegzijging | 5.871 | 40 |
| | Bergingsgebied | 8.294 | 19 |
| | Retentie | 5.193 | 87 |
| | Totaal | 19.358 | 146 |

Tabel 8: Stoffenbalans bij een waterpeil van 8,8 m NAP

| | | Jaar (kg N) | Jaar (kg P) |
|-----|-------------------------------|-------------|-------------|
| In | Neerslag Daken (rechtstreeks) | 470 | 16 |
| | Daken (bodempassage) | 996 | 33 |
| | Verhard | 2.131 | 50 |
| | Onverhard | -326 | -31 |
| | Open water | 1.251 | 0 |
| | Sluis | 0 | 0 |
| | kwel ondiep | 9.636 | 42 |
| | kwel diep | 7.004 | 55 |
| | stikstofdepositie | 4.235 | 0 |
| | Totaal | 25.397 | 165 |
| | | | |
| Uit | Wegzijging | 9.560 | 55 |
| | Bergingsgebied | 9.134 | 15 |
| | Retentie | 6.703 | 95 |
| | Totaal | 25.397 | 165 |

In de onderstaande tabel 9 staan de nutriëntenconcentraties die verwacht worden bij de verschillende streefpeilen. Deze tabel is een samenvatting van de stoffenbalansen zoals weergegeven in de tabellen 4 t/m 8. In de stoffenbalansen is rekening gehouden met een helofytenfilter van 12 ha.

Tabel 9: samenvatting stoffenbalansen

| Streefpeil [m NAP] | mg P/l | mg N/l |
|--------------------|----------------------|--------|
| | SW=0,08 ² | SW=1,5 |
| 8,4 | 0,05 | 6,74 |
| 8,5 | 0,04 | 5,00 |
| 8,6 | 0,03 | 4,02 |
| 8,7 | 0,03 | 3,68 |
| 8,8 | 0,02 | 4,00 |

Uitspoeling vanuit de bodem

Uitspoeling van nutriënten uit de bodem is meegenomen in de aanvoer van nutriënten via neerslag. Deze gegevens komen uit de STOWA regenwaterdatabase. Afstroming van regenwater van onverhard oppervlakte neemt bodemuitspoeling mee.

Zuivering

Er zijn twee vormen van zuivering in het plan opgenomen. Ten eerste worden de oevers gedeeltelijk als natuurvriendelijke oevers aangelegd. Natuurvriendelijke oevers zorgen voor een stabiel systeem wat in staat is schommelingen in waterkwaliteit op te vangen. De natuurvriendelijke oevers hebben echter geen ongelimiteerde werking, zij kunnen alleen kleine schommelingen opvangen. Voor grotere variatie in de situatie is het helofytenfilter aanwezig.

² SW = streefwaarde

ARCADIS

Onder natuurvriendelijke oevers worden oevers volgens profiel 1 (zie blijlage 1) verstaan. Deze oevers moeten ten minste 30% van de oevers in beslag nemen, waarbij het advies is om te streven naar 50% van de oevers. Oevers met profiel 2 worden hier nadrukkelijk niet meegenomen. Deze oevers zijn weliswaar beter dan harde steile oevers zonder 'plas-dras bak', toch is het effectiviteit niet te vergelijken met die van de natuurvriendelijke oevers.

Wij adviseren om een helofytenfilter aan te leggen met een oppervlakte van 12 ha. Hierbij zijn de volgende overwegingen meegenomen:

- Uit de berekening van de stoffenbalansen blijkt dat voor de berekende streefpeilen de fosforconcentraties onder de streefwaarde liggen. De stikstofconcentraties zijn hoger dan de gestelde streefwaarde. Dit hoeft niet voor problemen te zorgen. Wanneer 1 van de nutriënten voldoet aan de streefwaarde, dan is dat de beperkende factor voor bijvoorbeeld algengroei. Zonder P kunnen ze immers al niet groeien ongeacht hoe hoog de concentratie N is. Het is natuurlijk wel beter als de N-concentratie ook laag is. Wanneer de N-concentratie hoog is en de P-concentratie neemt iets toe, dan kunnen de algen meteen verder groeien, omdat de N-voorraad geen beperking vormt. De meeste systemen, en ook deze toekomstige plas, zijn P-gelimiteerd, en daarom wordt het beheer ook P-gestuurd. Bij dergelijke nutriëntenconcentraties mag verwacht worden dat er een goede waterkwaliteit ontstaat. Echter, dit betekent niet dat er verder geen aandacht hoeft te zijn voor waterzuivering. De stoffenbalansen zijn op jaarbasis, en de berekende concentraties zijn jaargemiddelde waarden. Het is van belang te realiseren dat de concentraties sterk kunnen variëren. Het systeem moet wel bestand zijn tegen de seizoensschommelingen als ook tegen incidentele situaties waarbij hogere nutriëntenconcentraties voorkomen.
- Een bijkomende reden om te zorgen voor extra zekerheid in het systeem, zijn de onzekerheidsmarges die in de stoffenbalans voorkomen. Bij het opstellen van dergelijke balansen zijn aannames, waardoor een mate van onzekerheid aanwezig is. Het kwelwater is van grote invloed op de totale toestroom van nutriënten. Voor fosfor zijn de waarden gebaseerd op een meting in het veld, en voor stikstof op een modelberekening. Ook een veldmeting brengt een onzekerheid met zich mee, omdat dit een eenmalige meting betreft. Concentraties kunnen variëren in tijd en ruimte.
- Schommelingen in de nutriëntenconcentraties komen voor in verschillende vormen. Ten eerste zijn er seizoensschommelingen. Deze hebben voornamelijk te maken met de groeiperiode van planten die nutriënten opnemen, het afsterven van planten waarbij nutriënten vrijkomen, de temperatuur die omzettings- en afbraakprocessen beïnvloed. Daarnaast zijn er ook incidentele schommelingen door bijvoorbeeld een lozing, of een incident bij de sluis waardoor meer water het gebied binnenkomt.
- Het systeem moet bestand zijn tegen veranderingen in de nutriëntenbalans. Er zijn nu waarden aangenomen voor bijvoorbeeld in concentraties in het water wat via de sluis vanuit het kanaal Waterrijk binnenkomt. Deze concentraties kunnen echter in de toekomst veranderen. Het watersysteem moet hierop voorbereid zijn.
- Wanneer een helofytenfilter als hierboven beschreven aangelegd wordt over een oppervlakte van 12 ha dan heeft het systeem een goede buffer om problemen met de waterkwaliteit op te vangen. Wanneer de nutriëntenconcentratie om welke reden dan ook toeneemt in Waterrijk, dan zal het helofytenfilter een grote opvangcapaciteit hebben om de waterkwaliteit goed te houden.
- Het water is niet van het ene op het andere moment geheel gezuiverd. Wanneer er iets gebeurt waardoor de nutriëntenconcentraties plotseling toenemen, dan gaat er tijd overheen om het water door het zuiveringsmoeras te krijgen. Om het gehele watersysteem weer 'schoon' te krijgen, moet er dus een groot deel van het water door het filter gestroomd zijn. Wanneer er te lange tijd nodig is

ARCADIS

om het gehele watersysteem door het filter te krijgen, dan kan het niet snel genoeg herstellen (nutriëntenconcentraties weer laag krijgen) en kunnen er toch problemen komen.

- Het helofytenfilter dat wij voorstellen is vergelijkbaar met het vloeiveld voor oppervlaktewater in natuurgebied de Meije*. Dit is een systeem met kroossoorten aan het begin en in de rest van de sloot *Scirpus*, *fluitans*, *Potamogeton polygonifolius*, *P.natans*, en *Hottonia palustris*. Jaarlijks wordt de vegetatie opgeschoond. De verblijftijd van het water is in de zomer ongeveer 20 dagen en het systeem heeft een gemiddelde diepte van 70 cm. Het systeem bij De Meije heeft een zuiveringscapaciteit van 14 kg P/ha/jaar en 92 kg N/ha/jaar.

* bron: STOWA rapportage 2001-09 Handboek zuiveringsmoerassen voor licht verontreinigd water, vloeiveld De Meije in de provincie Utrecht.

Eindconclusie waterkwaliteit: meest geschikt streefpeil

Vanuit waterkwaliteit zijn de concentraties P (stikstof) en N (fosfor) in het water leidend bij de bepaling van het meest geschikte streefpeil. Bij alle doorgerekende streefpeilen blijft de concentratie P onder de streefwaarde (0,08 mg/l). De concentraties N zijn echter bij alle streefpeilen beduidend hoger dan de streefwaarde van 1,5 mg/l. De hogere concentraties van N hoeven echter niet voor problemen te zorgen. Voor de groei van algen zijn namelijk zowel N als P nodig. Wanneer een van beide nutriënten voldoet aan de streefwaarde, dan is dat de beperkende factor. De lage concentraties P voorkomen dus algengroei, ongeacht de concentraties N. Het watersysteem wordt hiermee wel extra gevoelig voor een stijging van de concentraties P, aangezien N geen limiterende factor is. De laagste concentratie P is dan ook de doorslaggevende variabele bij de bepaling van het meest geschikte streefpeil, gezien vanuit waterkwaliteit. Het meest geschikte streefpeil vanuit het oogpunt van waterkwaliteit is dan ook 8,80 m NAP.

Profielen

In bijlage 1 zijn profielen van de natuurvriendelijke oevers, plasdrasbermen en het helofytenfilter opgenomen. De volgende kenmerken zijn van toepassing:

Profiel 1: het minimale talud van de natuurvriendelijke oever dient 1:4 te zijn. Binnen dit project adviseren wij om een talud van 1:8 of flauwer te gebruiken. Hiermee wordt de zuiverende werking van de oevers vergroot.

Profiel 2: zie bijlage 1, er zijn geen bijzondere kenmerken

Profiel 3: Het helofytenfilter dient een gemiddelde diepte van 70 cm te hebben met een gemiddelde verblijftijd van ± 20 dagen.

Profiel 4: Het talud heeft een verhouding van 1:4

IJzer en roodkleuring van water

Vanuit het waterschap is aangegeven dat ten zuiden van Almelo roodkleuring in het oppervlaktewater als gevolg van ijzerrijke kwel wordt aangetroffen. Op de huidige plaats van waterrijk wordt er geen roodkleuring aangetroffen in het oppervlaktewater. Het waterschap maakt zich zorgen dat wellicht door het graven van de plas de kweldruk zou kunnen toenemen en dat roodkleuring van water daardoor aan de orde zou kunnen komen.

Teveel ijzer in oppervlaktewater leidt tot een troebele, roestbruine kleur van het water en vermindert het doorzicht. Bovendien kan de oxidatie van opgelost ijzer tot een zuurstoftekort leiden. Voor ijzer is geen wettelijke norm beschikbaar, maar uit onderzoek is gebleken dat een gehalte van 2,5 mg/l of hoger een slechte waterkwaliteit oplevert. (Voor drinkwater wordt in Nederland de maximumwaarde van 0,2 mg/l voor ijzer uit de EU-drinkwaterrichtlijn gebruikt).

ARCADIS

Uitloogonderzoek wat gedaan is met bodemonsters van de locatie geeft een concentratie ijzer in het water tussen de 0,8 en 1,8 mg/l.

Wanneer kwelwater naar boven komt in een plas, zal het ijzer oxideren en op de bodem neerslaan. IJzer zal niet het gehele water troebel en rood kleuren. Dit gebeurt alleen wanneer er verstoring plaatsvindt zoals bij baggeren. Dan komen de ijzerdeeltjes in de waterkolom en dan kan het maanden tot jaren duren voordat het water weer helder is. De diepste delen van waterrijk hebben een waterdiepte van 3,5 meter. Hier zal de meeste kwel naar boven komen. Gezien de diepte van de plas, zal de bodem (met de eventuele neerslag van ijzer) niet snel worden verstoord. Dit gecombineerd met de gegevens van het uitloogonderzoek, wijzen erop dat het risico op roodkleuring van het water zeer gering is. Hierbij is ook het mechanisme van de alternatieve stabiele toestanden niet onbelangrijk. Dit mechanisme is eerder al in een kader toegelicht. De consequentie van dit mechanisme is, dat wanneer het systeem omslaat naar een slechte waterkwaliteit met troebel water, het grote inspanning vergt om weer terug te keren naar een helder watersysteem met een goede waterkwaliteit. Het zal dan ook te allen tijden voorkomen moeten worden dat een troebel systeem ontstaat.

Vrijkomen van nutriënten bij aanleg van de waterplas

Voor het aanleggen van de centrale waterplas van Waterrijk wordt door de gemeente voorgesteld om de methode met een onderzuiger toe te passen. Hierbij wordt de grond van onderuit opgezogen. Er komt tijdens het proces van afzuigen van grond al kwel water in het gecreëerde gat. Hierdoor ontstaat er (intensief) contact tussen de moerige bovengrond en het water. Hierbij is de kans groot dat er nutriënten uit de bodem vrijkomen. Er zijn geen duidelijke richtlijnen te geven over de hoeveelheid nutriënten wat vrij zal komen. Maar bij het toepassen van deze manier van afgraven, is er een grote kans aanwezig dat er een troebele waterplas ontstaat waarbij in het bijzonder de fosfaatconcentraties hoog zijn.

Om dit laatste te voorkomen, zijn er twee oplossingsrichtingen:

- De bovenste laag met moerige grond wordt eerst afgegraven alvorens te beginnen met de hierboven beschreven methode. Het afgraven van de bovengrond is echter een kostbare maatregel.
- Maatregelen nemen om de fosfaatconcentratie te verminderen in de periode direct na het creëren van de plas. Hierbij valt te denken aan het toepassen van chemische fosfatering. Deze methode wordt vaak toegepast op RWZI's en bij het inlaten van water in natuurgebieden. De methode is gebaseerd op het chemische principe dat fosfor neerslaat met ijzer. Door ijzerchloride aan het water toe te voegen, kan fosfor uit het water gezuiverd worden.

Wanneer gebruik gemaakt zal gaan worden van chemische defosfatering als oplossing om de fosforconcentraties omlaag te krijgen, zullen de dimensies van de dergelijk systeem bepaald moeten worden.

Om een indicatie van de kosten te geven: Op de RWZI Beilen willen ze gebruik maken van chemische defosfatering om de fosforconcentraties in het effluent te verlagen van 10 mg p/l naar 3 mg P/l. Hiervoor begroten ze investeringkosten van € 150.000 en jaarlijkse exploitatiekosten van € 200.000. In Waterrijk zal de aanvoer van nutriënten na het aanleggen van de waterplas sterk verminderen, en wanneer de fosforconcentratie het gewenste niveau heeft behaald, kan gestopt worden met de chemische fosfatering. Hierdoor zal de installatie misschien 2 à 3 jaar actief zijn. De precieze duur is afhankelijk van vele factoren en lastig vast te stellen.

3. Conclusie streefpeilen

In deze memo is vanuit verschillende invalshoeken het meest ideale streefpeil voor Waterrijk bepaald. Hierbij is het streefpeil gevarieerd van 8.40 t/m 8.80 m NAP. In tabel 10 zijn de resultaten van deze bepaling samengevat. Een + in de tabel geeft aan dat de aanleg van Waterrijk een positief effect heeft ten opzichte van de huidige situatie, een – dat er een negatief effect optreedt. Het meest ideale streefpeil per invalshoek is in groen weergegeven.

Tabel 10: samenvatting effecten streefpeilen

| Streefpeil [m NAP] | 8,40 | 8,50 | 8,60 | 8,70 | 8,80 |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| Effecten op de omgeving in gemiddelde situatie | + | + | + | ++ | - |
| Effecten op de omgeving in droge situatie | - | ++ | + | + | + |
| Effecten op de omgeving in natte situatie | + | + | + | + | + |
| Peilstijging Waterrijk bij extreem natte situatie [m] | 0,375 | 0,375 | 0,375 | 0,375 | 0,375 |
| Peildaling Waterrijk bij extreem droge situatie [m] | 0,02 | 0,08 | 0,18 | 0,28 | 0,38 |
| Hoeveelheid berging [m3] | 381.654 | 363.356 | 350.455 | 333.690 | 315.875 |
| Gemiddelde concentratie P [mg/L] | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 |
| Gemiddelde concentratie N [mg/L] | 6,74 | 5,00 | 4,02 | 3,68 | 4,00 |

Uit de tabel komt direct naar voren dat een ideaal streefpeil, waarbij alle invalshoeken het beste resultaat leveren, niet bestaat. In de ideale situatie zou het streefpeil seizoensgebonden zijn. In de zomerperiode kan het streefpeil dan lager liggen en in de winterperiode hoger. Hiermee beweegt het streefpeil mee met de grondwaterstand, waardoor er zo min mogelijk uitwisseling plaats vindt tussen grondwater en oppervlaktewater. Met deze methode zijn de effecten van de aanleg van Waterrijk te minimaliseren. Ook met een streefpeil is het echter mogelijk om te voldoen aan de randvoorwaarden die gesteld zijn aan het watersysteem van Waterrijk.

De gemeente Almelo heeft de voorkeur uitgesproken voor een streefpeil, dat het hele jaar gehandhaafd blijft. De belangrijkste randvoorwaarde voor het meest geschikte streefpeil is verder dat de effecten op de omgeving zo klein mogelijk moeten zijn. Hierbij dient opgemerkt te worden dat onder extremere situaties de aanleg van Waterrijk bij vrijwel alle doorgerekende streefpeilen een positief effect heeft op het grondwatersysteem in de omgeving. Dit is een gevolg van het significant vergroten van de hoeveelheid oppervlaktewater in het gebied, waardoor peilfluctuaties in het grondwatersysteem worden gedempt. De effecten op de omgeving onder gemiddelde omstandigheden zijn hiermee de voornaamste factor bij het bepalen van het meest geschikte streefpeil. Aan de hand van de figuur 1 en de daarvan afgeleide tabel komt een streefpeil van 8.70 m NAP als beste mogelijkheid naar voren, beredeneerd vanuit waterkwantiteit.

Vanuit waterkwaliteit zijn de concentraties P (stikstof) en N (fosfor) in het water leidend bij de bepaling van het meest geschikte streefpeil. In de berekeningen van de stoffenbalansen is een helofytenfilter van 12 ha meegenomen. Bij alle doorgerekende streefpeilen blijft de concentratie P onder de streefwaarde (0,08 mg/l). De concentraties N zijn echter bij alle streefpeilen beduidend hoger dan de streefwaarde van 1,5 mg/l. De hogere concentraties van N hoeven echter niet voor problemen te zorgen. Voor de groei van algen zijn namelijk zowel N als P nodig. Wanneer een van beide nutriënten voldoet aan de streefwaarde, dan is dat de beperkende factor. De lage concentraties P voorkomen dus algengroei, ongeacht de concentraties N. Het watersysteem wordt hiermee wel extra gevoelig voor een stijging van de concentraties P, aangezien N geen limiterende factor is. De laagste concentratie P is dan ook de doorslaggevende variabele bij de bepaling van het meest geschikte

ARCADIS

streefpeil, gezien vanuit waterkwaliteit. Het meest geschikte streefpeil vanuit het oogpunt van waterkwaliteit is dan ook 8,80 m NAP.

Gezien het bovenstaande is een streefpeil van 8,70 of 8,80 m NAP het meest geschikt voor het watersysteem van Waterrijk. Gelet op de randvoorwaarde dat de effecten op de omgeving zo minimaal mogelijk moeten zijn, adviseren wij een streefpeil van 8,70 m NAP.

4. Grondbalans

Voor de grondbalans is het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) gebruikt om de huidige maaiveldhoogte te bepalen. Op basis van het AHN en het toekomstige streefpeil is te bepalen hoeveel grond er ontgraven en opgehoogd zal moeten worden.

De volgende waterdieptes zijn aangehouden om de hoeveelheid te ontgraven grond te bepalen:

- Waterplas: 3,5 m
- roeibaan: 3 m
- de overige waterlopen: 1,8 m

De ophoging is bepaald door een drooglegging* van 1,2 meter aan te houden. In de berekening is er vanuit gegaan dat wegen, toekomstig bebouwd gebied opgehoogd zal moeten worden tot er een drooglegging van 1,2 meter is bereikt. * (Drooglegging is afstand tussen streefpeil en maaiveld) In tabel 11 is de globale grondbalans weergegeven.

Tabel 11: Grondbalans Waterrijk

| peil | ontgraven [m ³] | ophogen [m ³] | verschil [m ³] |
|------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 8.80 | 3467951 | 1269792 | 2198159 |
| 8.70 | 3578844 | 1035499 | 2543345 |
| 8.60 | 3717140 | 801206 | 2915933 |
| 8.50 | 3829140 | 566913 | 3262227 |
| 8.40 | 3941141 | 332620 | 3608521 |

5. Watersysteem

Uitgangspunten huidige situatie

Voor de huidige situatie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het terrein is onverhard.
Dit houdt in dat de neerslag in het gehele gebied kan infiltreren in de bodem. Ook de verdamping kan in het gehele gebied optreden.

Uitgangspunten toekomstige situatie

Voor afvoer van het stedelijk water in de toekomstige situatie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Afvoer huishoudelijk afvalwater naar RWZI
- In het onverharde gedeelte van het gebied kan de neerslag infiltreren in de bodem en treedt verdamping op;
- Het “natte” deel van het gebied wordt aangevuld met neerslag en er treedt verdamping op;
- Afvoer neerslag op wegen en terreinverharding via bodempassage (indirecte afvoer naar grond-/oppervlaktewater), aangenomen is dat de neerslag van de weg en het terrein niet zal infiltreren in de bodem en afstroomt naar het oppervlaktewater. In deze gebieden speelt verdamping geen rol
- Afvoer neerslag op daken
 - Rechtstreeks afvoeren naar oppervlaktewater mits:
 - Er geen uitlogende materialen toegepast worden (duurzaam bouwen opnemen in de bouwverordening) en hierop (ook in de toekomst) gehandhaafd wordt;
 - Het afstromende water niet via wegen en/of opritten afgevoerd wordt;
 - De bewoners/eigenaren van de betreffende panden een goede voorlichting aangaande invloed op het ecosysteem van de waterhuishouding krijgen;
 - Via bodempassage:
 - Indien niet aan de voorwaarden voor rechtstreeks afvoeren kan worden voldaan;
 - Indien niet gegarandeerd kan worden dat in de toekomst aan de voorwaarden voor rechtstreeks afvoeren kan worden voldaan.
 - Via verbeterd gescheiden stelsel:
 - Het bedrijventerrein aan de zuidzijde van het plan gebied

Als aanname voortkomend uit bovenstaande uitgangspunten is aangenomen dat:

- De woningen aan de groenblauwe zone rechtstreeks afwateren op het oppervlaktewater, de eigenaren worden d.m.v. voorlichting en de zichtbaarheid van hun acties duidelijk gemaakt welk effect hun handelen op het watersysteem heeft.
 - De bebouwing op “de Tribune” eveneens rechtstreeks afwatert op het oppervlaktewater, met een projectontwikkelaar en de op te richten Vereniging van Eigenaren dienen afspraken gemaakt te worden m.b.t. duurzaam bouwen en het handhaven van dit principe in de toekomst.
 - De overige bebouwing in Waterrijk niet rechtstreeks afwatert op het oppervlaktewater.
- Uit deze aanname volgt dat circa 30% van het dakoppervlak rechtstreeks afwatert op het oppervlaktewater en de overige circa 70% via bodempassage afgevoerd wordt.

ARCADIS

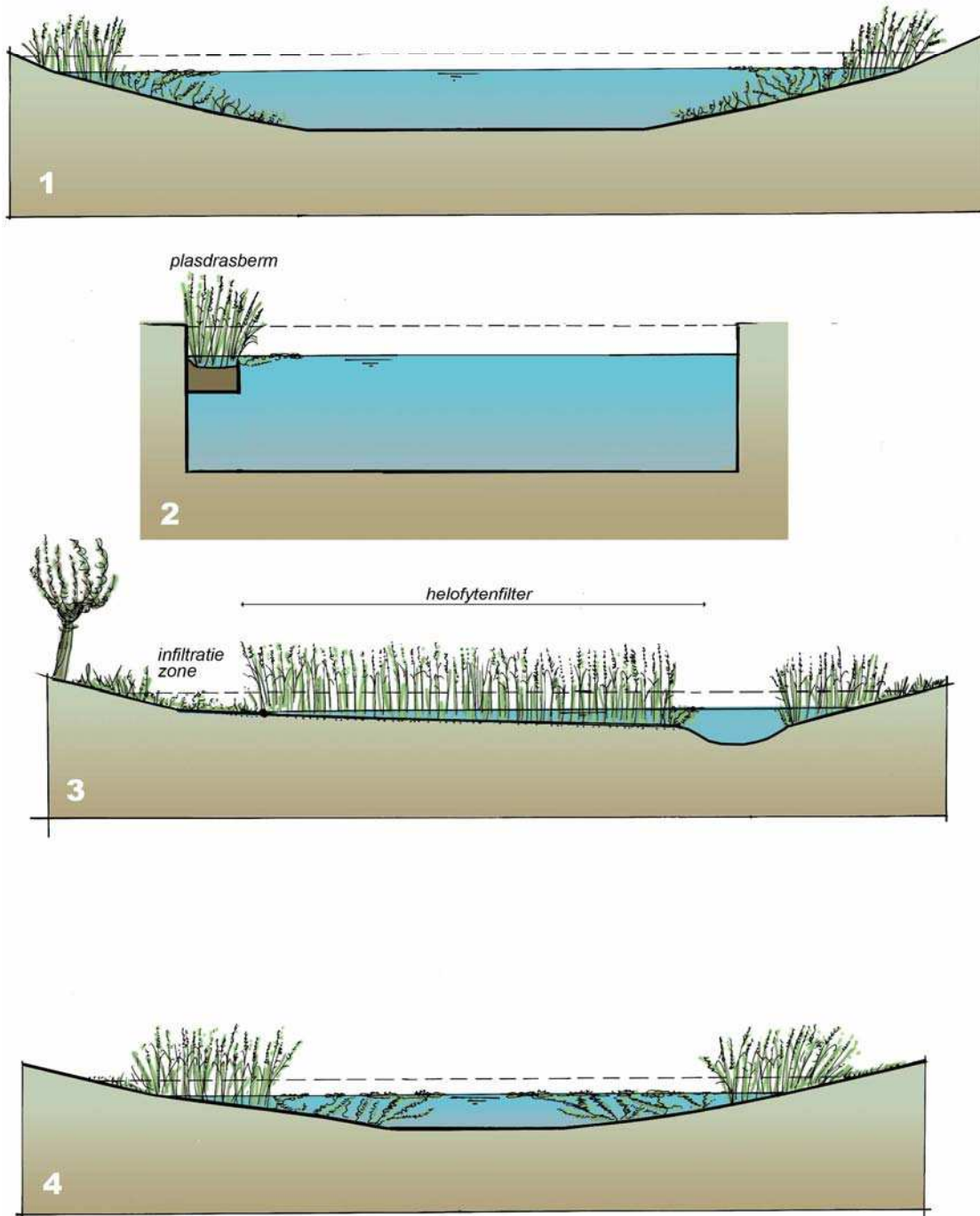
Het afvalwater van Waterrijk wordt zoveel mogelijk “aan de bron” gescheiden. Dit houdt in dat het huishoudelijke en industriële afvalwater via vuilwaterriolering afgevoerd wordt naar de RWZI. Indien de kwaliteit van de afstromende neerslag het toelaat wordt deze zoveel mogelijk rechtstreeks naar het oppervlaktewater afgevoerd.

Het bedrijventerrein aan de zuidzijde van het plangebied zal worden voorzien van een verbeterd gescheiden stelsel. Hierbij wordt het afvalwater van de bedrijven met behulp van een vuilwaterstelsel ingezameld en via een rioolgemaal afgevoerd naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie. De neerslag wordt verzameld in een regenwaterstelsel en, grotendeels, via een rioolgemaal afgevoerd naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie, bij hevige en/of langdurige buien heeft het gemaal niet voldoende capaciteit om de afvoer te waarborgen, het te veel aan water stort in deze situaties over op het watersysteem van Waterrijk.

Het afvalwater van de woningen en winkels in het plangebied wordt via een vuilwaterstelsel en benodigde rioolgema(a)l(en) afgevoerd naar de RWZI.

De neerslag die valt op de panden die voldoen aan de criteria genoemd hierboven (voor rechtstreekse afvoer) wordt rechtstreeks geloosd op het oppervlaktewater. De neerslag die op de overige panden en verhardingen valt wordt zoveel mogelijk oppervlakkig, via goten in de weg, afgevoerd naar bodempassages. Door vertraagde afvoer via deze bodempassages naar het oppervlaktewater treedt hier een filterende werking op en bereiken door de neerslag opgenomen verontreinigingen het oppervlaktewater niet.

Bijlage 1: profielen oevers en helofytenfilter



Bijlage 2: Literatuur

- Denneman, W.D., Vries, P.J.H., de, Guanotrofie door aalscholvers in het Naardermeer, 1985, De levende natuur, jaargang 86, nummer 6.
- Handreiking bij het opstellen van een zwemwaterprofiel. RIZA en Grontmij, 2005
- Beïnvloeding van de (zwem)waterkwaliteit door pleziervaart, G.B.J. Rijs (RIZA) & E.J.T.M. Leenen (Grontmij), februari 2005.
- Analyse van de grootte en de herkomst van de vrachten stikstof en fosfor via het oppervlaktewater, op het Nederlandse deel van de Noordzee.2006, Jeroen de Klein
- Scheffer, M., 1998, Ecology of shallow lakes, Kluwer Academic Publishers.
- Leidraad op sturing waterkwaliteit, 2002. Deze leidraad geeft een weerslag van de bevindingen uit het onderzoek naar sturing op waterkwaliteit en is opgesteld door de Technische Universiteit Delft in samenwerking met WL|Delft Hydraulics en Nelen & Schuurmans Consultants.
- STOWA rapportage 2001-09 Handboek zuiveringsmoerassen voor licht verontreinigd water, vloeiveld De Meije in de provincie Utrecht.
- STOWA rapportage 2004-42a Referenties en maatlatten voor Meren voor de KRW.