



Hoogheemraadschap van Schieland

Waterkwaliteit in veenplas Koornmolengat na aanleg helofytenfilter





Hoogheemraadschap van Schieland

Waterkwaliteit in veenplas Koornmolengat na aanleg helofytenfilter

oktober 2004

**Korine Hengst
Afdeling Kernbeleid**

**Hoogheemraadschap van Schieland
Postbus 4059
3006 AB Rotterdam**

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
1.1 Aanleiding	4
1.2 Doel	4
2 Huidige situatie	4
2.1 Historie van Koornmolengat	4
2.2 Het helofytenfilter	5
2.3 Waterhuishouding	6
2.4. Beheer	7
2.4.1 Beheersovereenkomst	7
2.4.2 Kosten	7
2.5 Waterkwaliteit	7
2.5.1 Meetnet	7
2.5.2 Gewenste waterkwaliteit	8
2.5.3 Huidige waterkwaliteit	8
3. Analyse gegevens	9
3.2 Waterbalans	13
3.3 Interne fosfaat belasting	14
3.3.1 Verblijftijd	15
3.3.2 Vogels	15
3.3.3 Waterbodem	15
3.3.4 Visstand	16
4. Conclusies	16
4.1 Waterkwaliteit en beïnvloedingsfactoren	16
4.2 Effect helofytenfilter op waterkwaliteit	16
4.3 Beheer	17
5. Aanbevelingen	17
5.1 Doelstellingen	17
5.2 Maatregelen	17
5.3 Monitoring	18
Literatuurlijst	19

Themarapportage Waterkwaliteit - Koornmolengat

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

In aanvulling op de jaarlijkse waterkwaliteitsrapportage die meer het algemene beeld belicht, is besloten om twee keer per jaar een themarapportage op te stellen waarin de waterkwaliteit van een specifiek gebied wordt belicht.

Het Koornmolengat is uitgekozen als gebied om een themarapportage aan te wijden omdat in 1997 een helofytenfilter is aangelegd om de waterkwaliteit in het Koornmolengat te verbeteren.

1.2 Doel

De doelstelling van deze themarapportage over het Koornmolengat is driedelig:

- in beeld brengen van de waterkwaliteit in het Koornmolengat en aangeven welke factoren hiervan op invloed zijn;
- bepalen in hoeverre het helofytenfilter heeft bijgedragen aan een betere waterkwaliteit in het Koornmolengat;
- nagaan of het huidige beheer optimaal is of dat een ander beheer gewenst is.

2 Huidige situatie

2.1 Historie van Koornmolengat

Het Koornmolengat is een natuurgebied van ongeveer 5 hectare, dat voor de helft uit broekbos en voor de helft uit open plassen bestaat. De plassen hebben zich ontwikkeld uit een veenplas, die ontstond na natte vervening in de 16^e eeuw. In de 18^e eeuw bleef het gebied buiten de droogmaking van de Tweemanspolder en het werd er van gescheiden door een dijk. Zo ontstond een dubbelbedijkt veenrestant op tussenpeil tussen de Rotte en Tweemanspolder. Eind vorige eeuw kreeg het gebied ongeveer zijn huidige vorm (zie figuur 1).



Foto 1. Koornmolengat

Momenteel vormt het gebied in de wijde omgeving van laaggelegen polders een uniek natuurgebiedje (zie foto 1). In het Beleidsplan Milieu en Water van de provincie Zuid-Holland heeft het Koornmolengat de functie natuur. Het beleid voor gebieden met deze functie is gericht op het instandhouden, herstellen en ontwikkelen van de betreffende natuur- en landschapswaarden. De doelstelling voor het water in deze gebieden is het bereiken van niveau 4 van de STOWA-beoordelingsmethode (Provincie Zuid-Holland, 2000)

Het Recreatieschap Rottemeren heeft in haar beheersplan uit 1992 voor het Koornmolengat de volgende beheersdoelstelling aangegeven:

- *Het creëren van een gevarieerd, cultuurhistorisch representatief en botanisch rijk patroon van successiestadia, met open water, moeras, broekbos en struweel;*
- *Het vergroten van de natuureducatieve functie van het gebied;*
- *Het beperken van de aantallen van bepaalde soorten vogels in verband met eutrofiering.*

Door een toename van de voedselrijkdom gingen sommige soorten verloren en andere karakteristieke soorten, zoals veenmos en pluimzegge, achteruit. De toename van de voedselrijkdom kan mogelijk verklaard worden door een toename van de interne belasting. In het beheersplan van 1992 worden de volgende bronnen aangegeven die bijdragen aan de interne belasting:

- *guanotrofie: door de aanwezigheid van grote aantallen wilde eenden, aalscholvers, blauwe reigers en houtduiven vindt bemesting plaats;*
- *peilbeheer: door een grote daling in het waterpeil kan er mineralisatie van het veen optreden waarbij voedingsstoffen vrijkomen. Om het waterpeil op niveau terug te brengen is voedselrijk water uit de Rotte nodig;*
- *vegetatie: er is veel vegetatie aanwezig die door bladval en de plassen belasten. De bodem in de plassen bestaat uit een dikke baggerlaag. Door slappe ondergrond komen in het water vrijwel geen waterplanten voor. Bovendien zorgen de bomen voor beschaduwing waardoor planten die veel licht nodig hebben verdwijnen. De lichtfactor kan ook een verklaring zijn dat ondanks hoge voedingsstoffengehaltes in de plassen de chlorofylconcentraties zo laag zijn.*

Door beheerswerkzaamheden van de Natuur- en Vogelwacht Rotta breiden de veenmoskernen zich weer uit. Het beheer zoals dat in het beheersplan 1992 wordt aangegeven, is gericht op het herstellen van een meer voedselarme situatie met optimale vochtvoorziening van de vegetatie om een zo groot mogelijke diversiteit en variatie in successiestadia te verkrijgen.

In 1994 besloten het hoogheemraadschap van Schieland en het Recreatieschap Rottemeren om bij het Koornmolengat een helofytenfilter aan te leggen. Het filter is in 1996 aangelegd. Het doel van het filter is om de externe belasting vanuit de Rotte terug te dringen, waardoor de waterkwaliteit in de plassen kan verbeteren. De oppervlakte bedraagt circa 0,8 ha.

2.2 Het helofytenfilter

Het helofytenfilter heeft een oppervlak van ongeveer 0,8 ha. Het filter is van het type vloeiveld (horizontale doorstroming langs bovengrondse plantendelen).

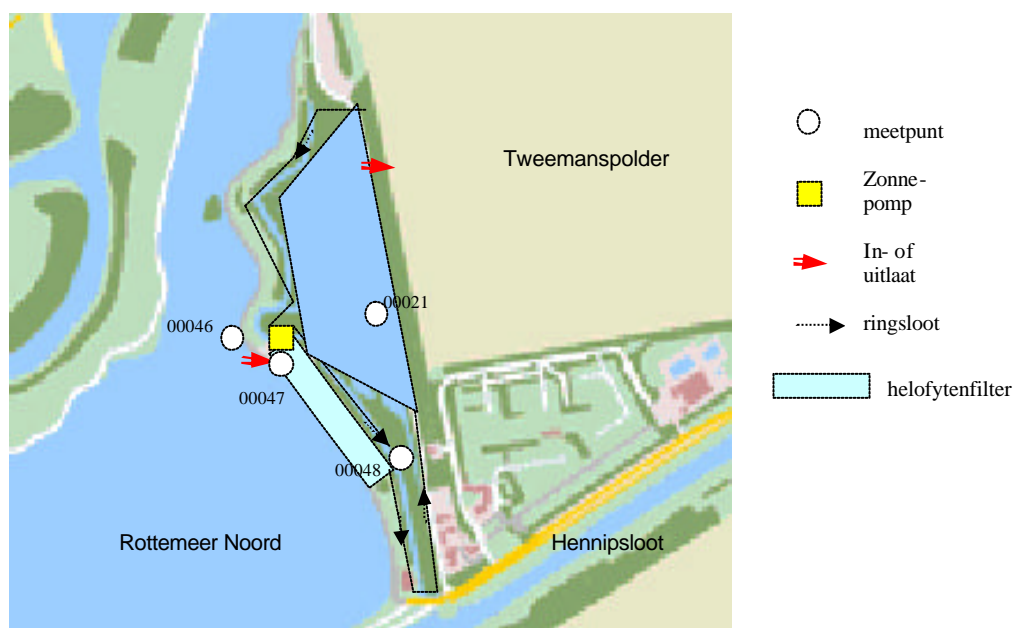
Het grondwerk voor het helofytenfilter bij het Koornmolengat werd in 1995 verricht. Rondom het filter werd een dijk van klei aangelegd. De bodem van het filter is bekleed met een kleilaag van 20 centimeter. In april 1996 is het filter aangeplant (zie foto 2). Door middel van een pomp op zonne-energie kan het water rondgepompt worden uit het natuurgebied het filter in. De kosten voor de aanleg zijn voor de helft met subsidie betaald (GEBEVE-regeling).



Foto 2. vegetatie bij aanplant filter(links) en vegetatie in 2004 (rechts)

2.3 Waterhuishouding

Het Koornmolengat heeft zijn eigen peil (-1,90 m NAP). In het peilbesluit van de Tweemanspolder staat dit peilgebied niet apart aangegeven, omdat het buitendijks van de polder ligt (Peilbesluit Tweemanspolder 1996). Omdat de Tweemanspolder ten oosten van het Koornmolengat een stuk lager ligt (-6,00 m NAP), treedt wegzijging naar de polder op. Voordat het helofytenfilter werd aangelegd, werd water uit de Rotte direct het natuurgebied ingelaten. Een vlotterbak zorgde ervoor dat het water op peil gehouden werd. In periodes met neerslagoverschot werd het water via een overstort naar de Tweemanspolder afgevoerd. Toen in 1996 het filter is aangelegd, is de oude inlaat vanuit de Rotte dichtgezet. Vanaf 1996 tot 1999 is de inlaat handmatig bediend. In mei 1999 is om de inlaat te optimaliseren een automatische inlaat geplaatst. De overstort naar de Tweemanspolder bleef gehandhaafd, maar is in 2001 verplaatst van het zuiden naar het noorden in het Koornmolengat. De uitstroom vanuit het filter is in het zuiden van het natuurgebied dus dat betekent dat voor de verplaatsing een deel van het water uit de filter direct werd afgevoerd naar de polder in plaats van naar het natuurgebied. In figuur 1 staat een schematische weergave van de locatie.



Figuur 1. Schematische weergave ligging Koornmolengat, kunstwerken, meetpunten en helofytenfilter

Er wordt geen monitoring van de waterkwantiteit uitgevoerd. Geschat wordt dat in de huidige situatie jaarlijks circa 7000 m³ water vanuit de hoger gelegen Rotte (-1,00 m NAP) ingelaten om het gewenste peil van -1,90 m NAP in de plassen te handhaven. Als het peil onder de -1,90 m NAP zakt, gaat er automatisch een afsluiter open die water uit de Rotte inlaat. Deze blijft open staan over een vast tijdstip van 8 uur en met een vast debiet van 100 liter/ minuut (zie foto 3). Het inlaten is alleen nodig in de periode met neerslagtekort (ongeveer van april tot en met september). Gemiddeld is dit zo'n 20 weken per jaar.



Foto 3. Inlaat vanuit Rotte (links) en uitstroom uit filter(rechts)

2.4. Beheer

2.4.1 Beheersovereenkomst

Tussen het Recreatieschap en het hoogheemraadschap is in 2004 een beheersovereenkomst gesloten waarin de verantwoordelijkheden met betrekking tot het onderhoud zijn vastgelegd (zie bijlage 1). Het Koornmolengat is in beheer en onderhoud bij het Recreatieschap. Schieland onderhoud het helofytenfilter en de kunstwerken in het gebied.

2.4.2 Kosten

De kosten voor het jaarlijks maaien en afvoeren van de vegetatie uit het helofytenfilter zijn €7000,-. Om de zonnecellen en de pompen weer goed te laten functioneren is op dit moment een bedrag van ongeveer €1.500,- nodig. Op dit moment is er een contract met de leverancier van de pompen die op zonne-energie draaien. Hierin is afgesproken dat het bedienen van de pompen in overleg moet met de leverancier. Vanuit beheersoogpunt is dit niet praktisch en het is dan ook wenselijk om bij het opknappen van de pompen het contract met de leverancier aan te passen.

De stuw bij de uitstroom van het filter (bij de Roerdomp) is aan vervanging toe. De verwachte kosten hiervoor zijn €3.500,-.

Het dagelijkse onderhoud en toezicht vragen ongeveer 60 tot 80 uur op jaar basis.

2.5 Waterkwaliteit

2.5.1 Meetnet

Op vier meetpunten wordt in en om het Koornmolengat gemeten (zie figuur 1), namelijk in het natuurgebied (00021), in ringsloot voor het filter (00047), in ringsloot na het filter (00048) en in de Rotte bij de inlaat naar het filter (00046). Het meetpunt 00021 wordt vanaf 1990 maandelijks bemonsterd. De meetpunten bij het helofytenfilter zijn in gebruik genomen na de aanleg van het filter in 1997. Op deze punten worden monsters genomen in de periode april

tot en met september. In deze periode is in het algemeen de zuiverende werking het hoogst, omdat dan ook de biologische activiteit het hoogst is (bacteriën spelen een belangrijke rol in de zuiverende werking). Fosfaatverwijdering kan tevens door binding aan zwevend stof plaatsvinden en gebeurt daardoor deels ook in de winter. Echter in de winterperiode wordt geen water ingelaten en over het helofytenfilter geleid.

In het natuurgebied worden ook de volgende biologische parameters bepaald: macrofyten, diatomeeën (kiezelalgen) en fytoplankton. Op basis hiervan kan met behulp van de STOWA-beoordelingssystematiek Meren&Plassen de ecologische kwaliteit van de veenplas bepaald worden.

2.5.2 Gewenste waterkwaliteit

In het plan ter verbetering van de waterkwaliteit in het Koornmolengat (HH van Schieland, 1993) is aangegeven dat aan de MILBOWA-normen (Milieukwaliteitsdoelstellingen Bodem en Water) moet worden voldaan. Voor nutriënten betekent dit dat de maximale toegestane concentraties voor stikstof en fosfaat respectievelijk 2,2 mg/l en 0,15 mg/l zijn. Tevens moet de waterkwaliteit aan de ecologische norm voldoen (klasse IIIB, en zo mogelijk IIIA). De vertaling is niet één op één te maken, maar grofweg komt dit overeen met de klassen 3 en 4 uit de STOWA-beoordelingssystematiek.







2.5.3 Huidige waterkwaliteit

Fysisch-chemisch

In tabel 1 staan de resultaten van de toetsing van de algemene parameters van meetpunt 00021 aan de normen uit de Vierde Nota Waterhuishouding (zijn gelijk aan de MILBOWA-normen). De resultaten staan gepresenteerd in de klassenindeling volgens de CIW-methodiek (klasse 2 = voldoet, klasse 3 en hoger voldoen niet). Hieruit blijkt dat de veenplas te voedselrijk is. In 2003 echter voldoet stikstof aan de norm, het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR). Het doorzicht en de chlorofylconcentraties voldoen aan de norm. Wel treden te lage zuurstofconcentraties op.

Tabel 1. CIW-klassenindeling van meetpunt 00021 in de periode 1996 - 2003

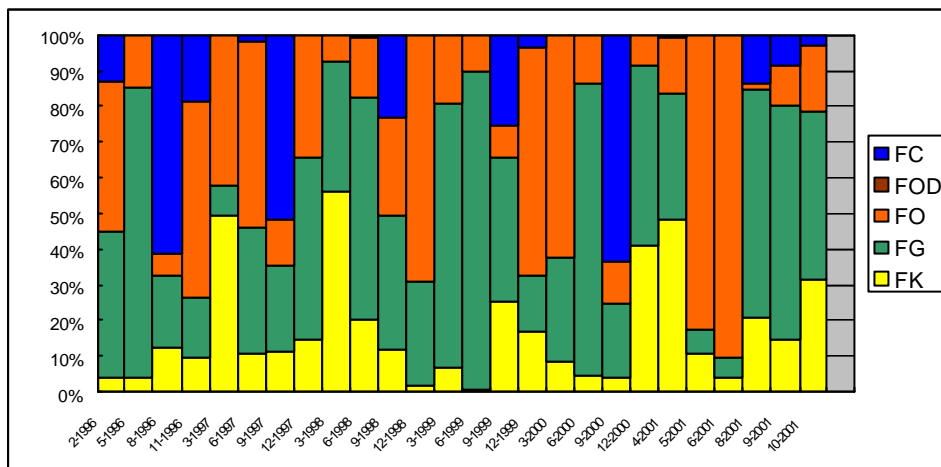
	Totaal-P	Totaal-N	Chlorofyl-a	zuurstof	Doorzicht
1996	4	3	2	3	2
1997	5	3	2	4	2
1998	5	3	2	4	2
1999	5	3	2	4	2
2000	5	3	2	3	2
2001	5	3	2	3	2
2002	5	3	2	4	2
2003	5	2	2	3	2

Klasse	Kleurcode	Toetswaarde (T)
1		$T \leq VR$
2		$VR < T \leq MTR$
3		$MTR < T \leq 2 \times MTR$
4		$2 \times MTR < T \leq 5 \times MTR$
5		$T > 5 \times MTR$
n*		niet toetsbaar

Ecologisch

Er zijn geen STOWA beoordelingen uitgevoerd voor het Koornmolengat omdat de beoordeling voor het watertype Meren&plassen nog niet beschikbaar was. Wel is in de periode 1996-2000 het Koornmolengat beoordeeld met het beoordelingssysteem van grote wateren. Daaruit bleek een matige biologische kwaliteit (klasse 4b) en dus onvoldoende kwaliteit.

In het Koornmolengat worden de biologische parameters fytoplankton en macrofyten jaarlijks bepaald. In figuur 2 staat de procentuele verdeling van de verschillende fytoplanktongroepen in de periode 1996 – 2001 aangegeven. Afhankelijk van het seizoen zijn bepaalde groepen dominant. Kiezelwieren meestal in het voorjaar en groenalgen aan het eind van de zomer. Uit deze reeks blijkt geen verandering waar te nemen in de algensamenstelling in de afgelopen jaren.



Figuur 2. Procentuele verdeling van de fytoplanktongroepen (FG=groenalgen, FC=blauwalgen, FK=kiezelalgen, FOD= dinoflagellaten, FO=overig) in de periode 1996 – 2001

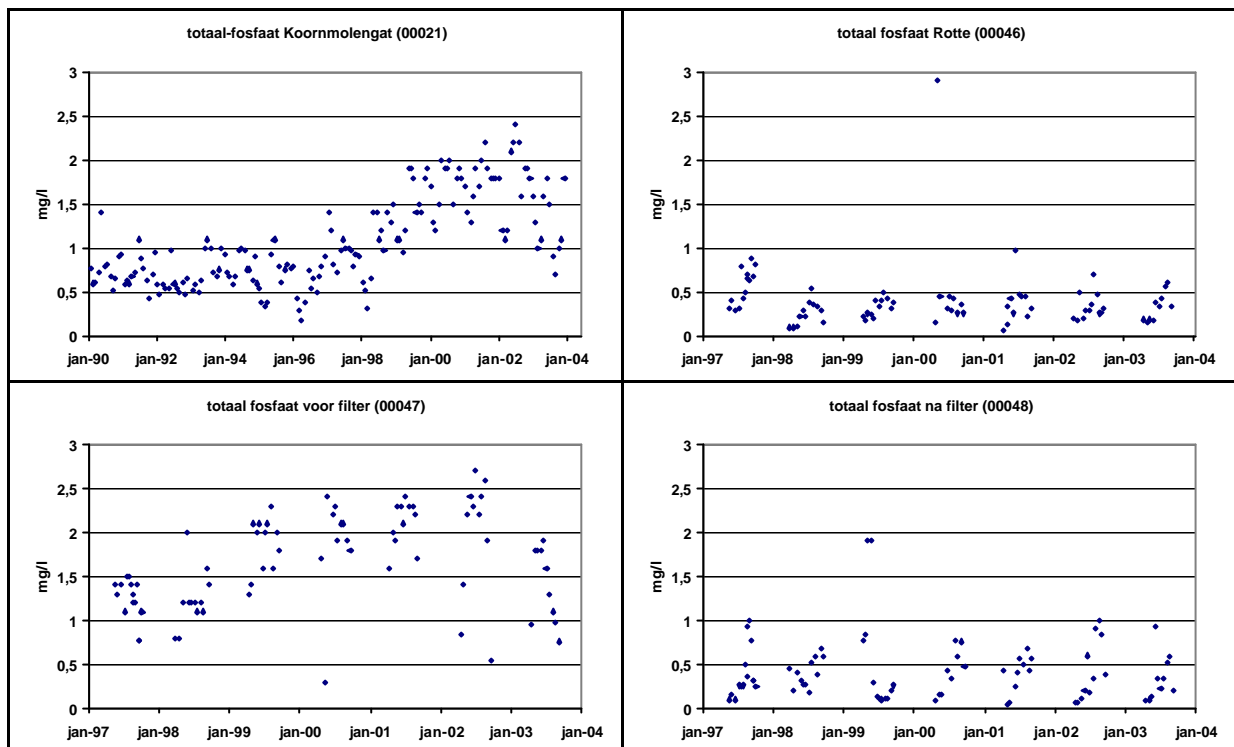
In bijlage 2 staan de macrofyten aangegeven die gevonden zijn tijdens de routinematige ecologische bemonstering van het Koornmolengat. De gevonden soorten zijn bijna allemaal oeversoorten die thuis horen in een voedselrijk milieu. Ondergedoken waterplanten of planten met drijfbladplanten (waterlelie, gele plomp) worden niet aangetroffen. Het niet voorkomen van wortelende planten in het water kan komen door de aanwezigheid van bodemwoelende vis (troebel water of planten worden losgewoeld), losse waterbodem waarin wortelen niet mogelijk is of door een zuurstofloze bodem waarbij toxische stoffen zoals sulfide ontstaan. Vanwege het heldere water is de verwachting dat de waterbodem de belangrijkste beperkende rol speelt in het voorkomen van waterplanten.

3. Analyse gegevens

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de analyse van de waterkwaliteitgegevens beschreven en is gekeken naar oorzaken die van invloed op de resultaten kunnen zijn.

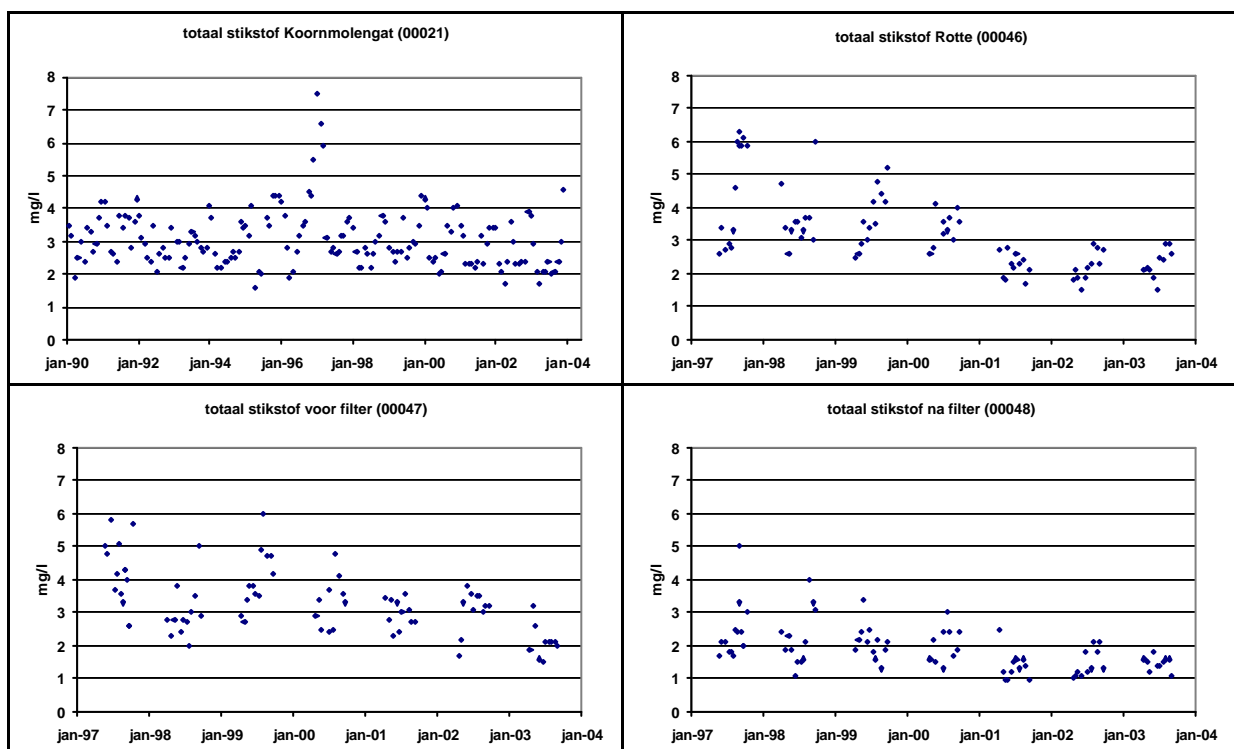
3.1 Waterkwaliteit

In de figuren 3 tot en met 8 zijn de waterkwaliteitgegevens tot en met 2003 verwerkt.



Figuur 3. Concentraties totaal-fosfaat (mg/l) op de meetpunten 00021, 00046, 00047 en 00048

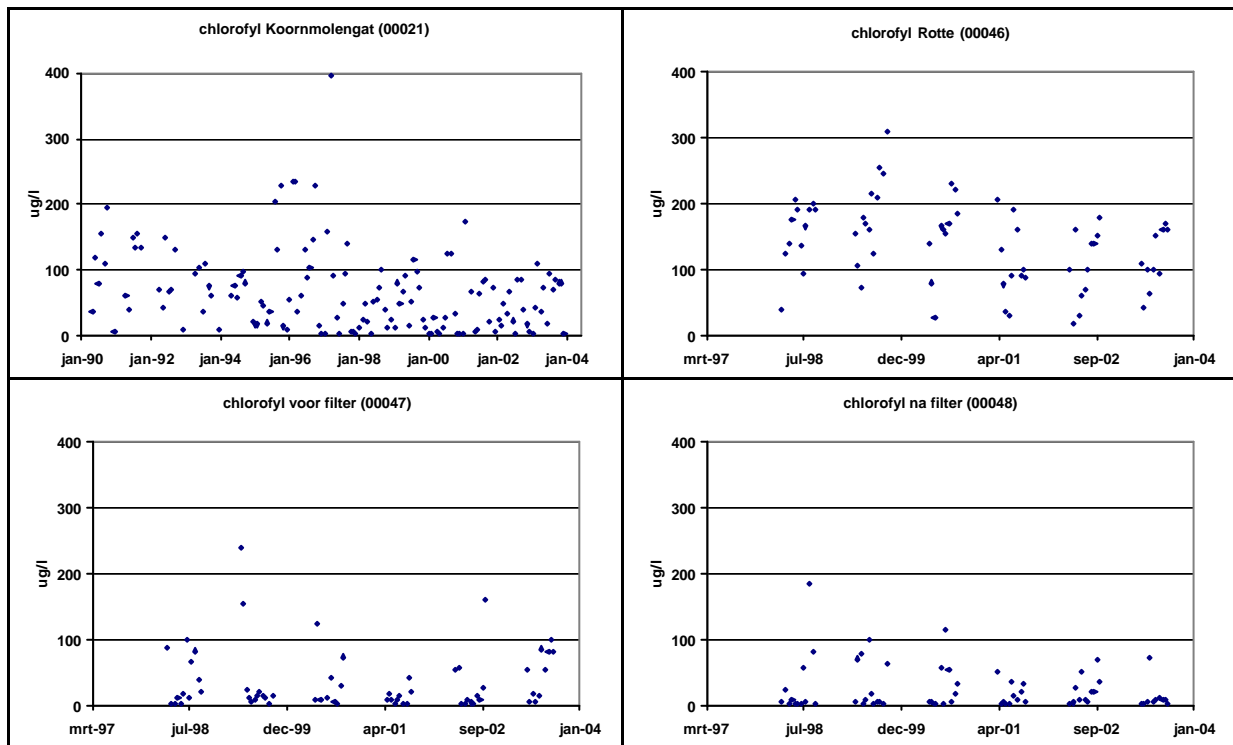
In figuur 3 staan de gemeten concentraties fosfaat in het Koornmolengat, de Rotte en het helofytenfilter. Sinds 1990 vindt waterkwaliteitsonderzoek in het Koornmolengat plaats. Het meest in het oog springend is de toename van het fosfaatgehalte in het Koornmolengat nadat het helofytenfilter is aangelegd. Ondanks de toename van fosfaat in het Koornmolengat, blijkt wel dat het helofytenfilter zorgt voor fosfaatverwijdering. De concentraties na het filter liggen ongeveer vier keer zo laag als voor het filter. De toename van het fosfaatgehalte in het natuurgebied duidt op interne eutrofiering.



Figuur 4. Concentraties totaal-stikstof (mg/l) op de meetpunten 00021, 00046, 00047 en 00048

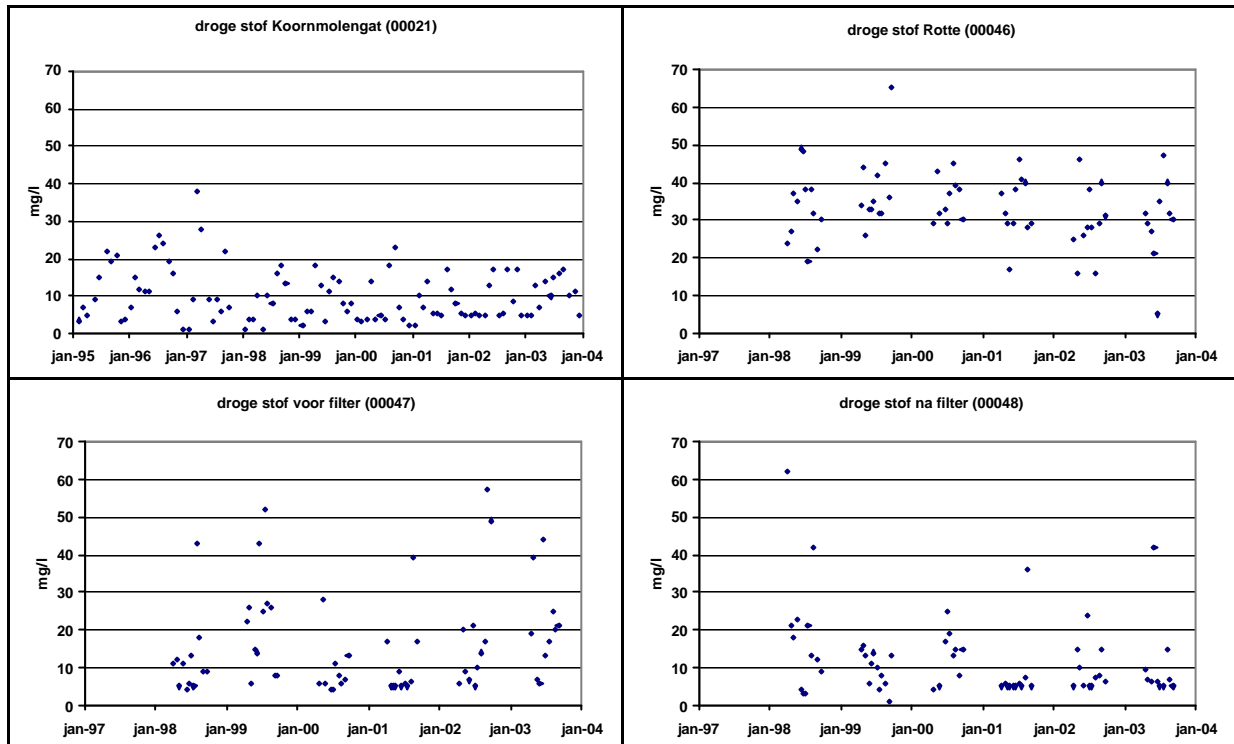
Het stikstofgehalte in het Koornmolengat varieert sinds 1990 tussen de 2 en 4 mg/l (zie figuur 4). Na de aanleg van het helofytenfilter is hierin geen verandering gekomen. In de Rotte is het stikstofgehalte vanaf 2001 gemiddelde lager dan in de voorgaande periode. De concentraties stikstof in het water bij meetpunt 00047 (voor filter), laat ook een afname zien in concentratie (van gemiddeld 4 mg/l naar 2 mg/l). Nadat het water het filter gepasseerd heeft, is de concentratie ten opzichte van voor het filter met ongeveer een factor twee verminderd. Het stikstofgehalte in het Koornmolengat ligt hoger dan bij de uitstroom van het filter, dus ook met stikstof is sprake van interne belasting.

Gezien de lage concentraties totaal stikstof blijkt dat stikstof de limiterende factor is voor algengroei. In bijlage 3 staan grafieken met daarin de gemeten concentraties aan ammonium en nitraat+nitriet. Deze stoffen worden door de alg opgenomen om in zijn stikstofbehoefte te voorzien. Aangezien beide stoffen regelmatig onder de detectiegrens worden aangetroffen betekent dit dat de groei van algen beperkt wordt door de beperkte beschikbaarheid van stikstof. Zodra er stikstof ter beschikking komt, zal dit door algen worden opgenomen. Dit kan verklaren waarom het stikstofgehalte in het natuurgebied niet is toegenomen, terwijl het fosfaatgehalte wel is gestegen.



Figuur 5. Concentraties chlorofyl-a ($\mu\text{g/l}$) op de meetpunten 00021, 00046, 00047 en 00048

De zomergemiddelde chlorofylconcentraties in het Koornmolengat zijn lager dan de MTR-norm van 100 $\mu\text{g/l}$ (zie figuur 5). Incidenteel komen hogere waarden dan 100 $\mu\text{g/l}$ voor. Het aantal keer dat hogere concentraties dan 100 $\mu\text{g/l}$ worden aangetroffen is sinds 1997 afgenomen. De lage chlorofylconcentraties zijn waarschijnlijk te verklaren door het optreden van stikstoflimitatie. Het chlorofylgehalte van de Rotte vertoont sinds 1999 een afname van gemiddeld circa 150 $\mu\text{g/l}$ naar gemiddeld 100 $\mu\text{g/l}$. Bij de in- en uitstroom van het filter zijn de concentraties gemiddeld lager dan 50 $\mu\text{g/l}$.



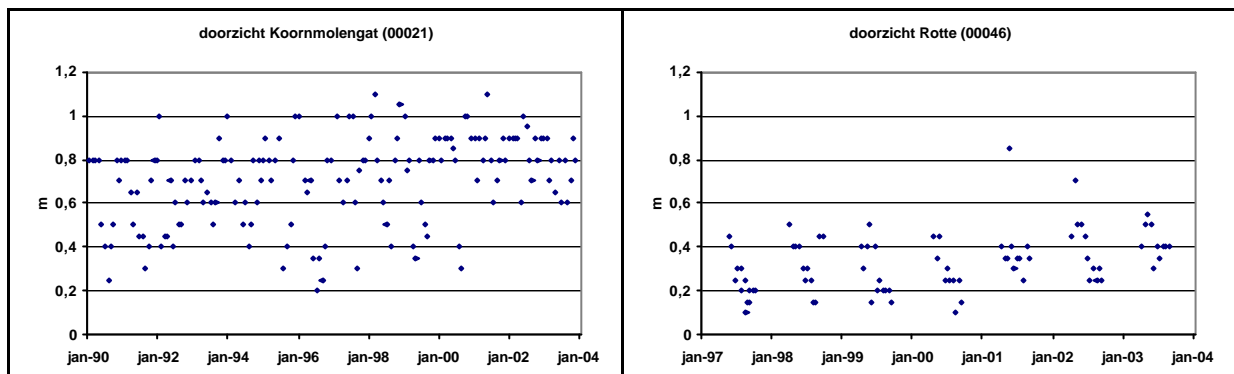
Figuur 6. Concentraties droge stof (ug/l) op de meetpunten 00021, 00046, 00047 en 00048

Een aspect dat deels de zuiverende werking van een helofytenfilter verklaart is dat veel zwevend stof wordt weggevangen en hiermee sedimenteren de aan het zwevend stof gebonden voedingsstoffen. Uit de gemeten concentraties bij de in- en uitstroom van het filter komt dit in geringe mate tot uitdrukking doordat na het filter de spreiding van gehalten aan droge stof minder is en de meeste waarden lager dan 10 mg/l liggen (zie figuur 6). De detectiegrens van droge stof is 5 mg/l.

Medewerkers van de Rotta hebben aangegeven dat sinds de aanleg van het filter het water het Koornmolengat helderder is geworden. De helderheid van water wordt voornamelijk bepaald door de aanwezigheid van zwevende delen zoals zwevend stof en algen. Een oorzaak voor veel zwevend stof in de waterkolom kan de visstand zijn. Indien veel bodemwoelende vis aanwezig is, is dat terug te zien in troebel water. Gezien de helderheid van het water en het voorkomen van lage zuurstof- en hoge ammoniumconcentraties is de verwachting dat in het Koornmolengat weinig bodemwoelende vis aanwezig is (zoals karper, brasem).

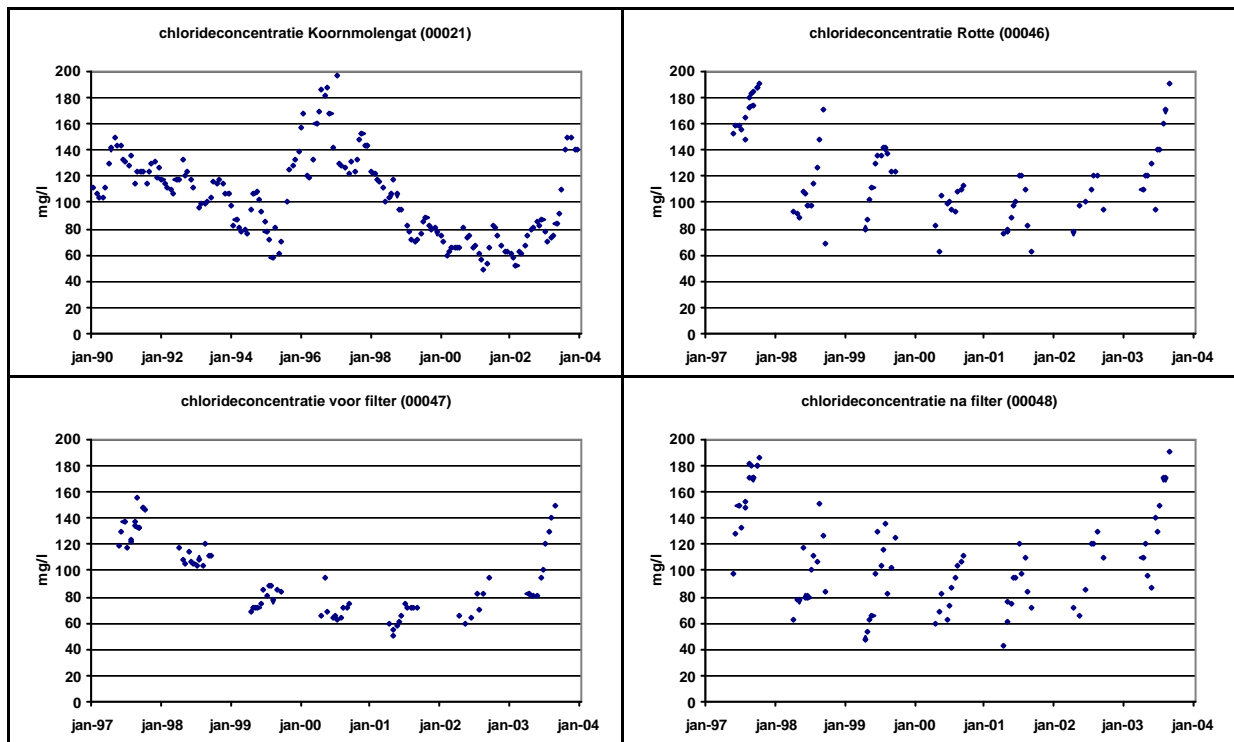
In de bijlage 4 staan grafieken opgenomen waaruit blijkt dat het zwevende stof voornamelijk uit algen bestaat. Het doorzicht wordt dus met name bepaald door de hoeveelheid algen.

Uit de grafiek met de droge stof concentraties in het Koornmolengat blijkt een lichte afname van de gemiddelde droge stof concentratie. Concentraties van meer dan 20 mg/l komen niet meer voor. Toch lijkt de afname niet zo groot te zijn dat een veel helderder water te verwachten is. In figuur 7 is de grafiek weergegeven die het doorzicht in het Koornmolengat aangeeft. In de eerste jaren na aanleg van het filter is weinig verandering te zien in het doorzicht in het Koornmolengat, maar vanaf 2001 is het doorzicht altijd minimaal 0,6 m geweest. Dit verklaart wel de reacties uit het veld dat het water helderder geworden is in het Koornmolengat.



Figuur 7. Doorzicht (m) op de meetpunten 00021, 00046, 00047 en 00048

Tot slot staan in figuur 8 de gemeten chlorideconcentraties aangegeven. Het verloop van de chlorideconcentratie in het natuurgebied en het filter is sterk vergelijkbaar met het verloop in de Rotte. Dit duidt erop dat de waterkwaliteit in de zomerperiode in het Koornmolengat wordt beïnvloed door Rotte water. In paragraaf 3.2 wordt verder ingegaan op de waterbalans.



Figuur 8. Concentraties chloride (mg/l) op de meetpunten 00021, 00046, 00047 en 00048

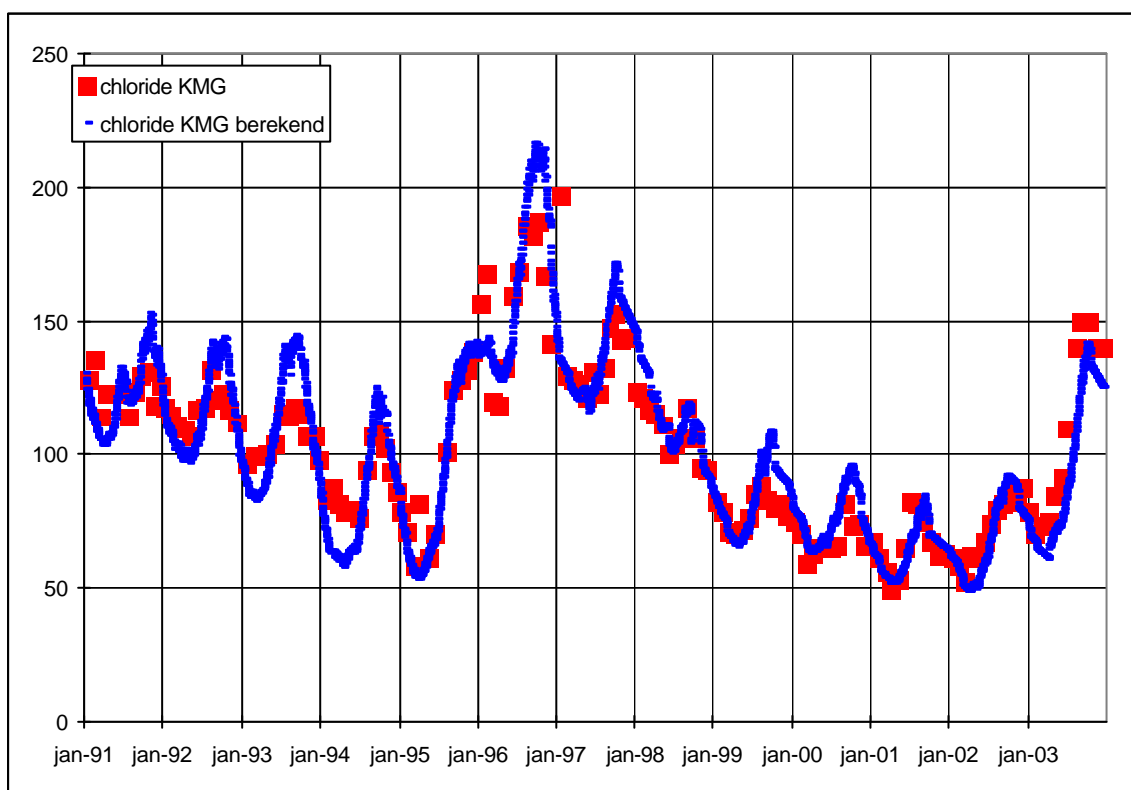
3.2 Waterbalans

Aan de hand van de chloridegegevens is een waterbalans opgesteld voor het Koornmolengat. Met een water- en stoffenbalans kan de chlorideconcentratie voorspeld worden. Door de waterbalans zo aan te passen dat de voorspelde chlorideconcentraties gelijk zijn aan de gemeten concentraties wordt inzicht verkregen in de verschillende posten van de waterbalans. In figuur 9 staat het resultaat van de beste fit van de voorspelde en gemeten concentraties. Bij deze fit blijkt dat er gelijktijdig water wordt in- en uitgelaten; er wordt dus doorgespoeld. Ondanks dat er geen kwantiteitmetingen plaatsvinden, is hiermee toch inzicht in de waterstromen. Gezien het feit dat er doorgespoeld wordt, klopt het dat het water in het Koornmolengat beïnvloed wordt door Rottewater. De interne processen in de veenplas veroorzaken verschillen in de nutriëntconcentraties ten opzichte van het Rottewater.

Met het model is uitgerekend dat nadat het filter in gebruik is genomen de inlaat gemiddeld ongeveer 5,6 mm per dag is. De inlaat vindt alleen plaats in het zomerhalfjaar, dus op jaarbasis is dit (5,6 mm * 183 dagen * 25000 m²) ongeveer 25000 m³ per jaar. Het overtollige water (door neerslag of inlaat) werd afgevoerd via de uitlaat naar de Tweemanspolder. Met het model is uitgerekend dat in de zomer ongeveer 21000 m³ is (4,6 mm * 183 dagen * 25000) en op jaarbasis ongeveer 27000 m³ wordt uitgelaten (3 * 365 * 25000). In de zomer wordt dus een groot deel van het ingelaten water weer uitgelaten. In de winter is het overschot aan water volledig afkomstig van de neerslagoverschot.

Uitgerekend is dat voordat het filter werd aangelegd er jaarlijks gemiddeld 100.000 m³ werd ingelaten en ook ongeveer op jaarbasis 100.000 m³ werd uitgelaten. Door de aanleg van de automatische inlaat is dus de hoeveelheid ingelaten water met een kwart afgenomen. Hiermee is de verblijftijd van het water in het natuurgebied vier keer zo groot geworden (van ongeveer 80 dagen naar 300 dagen op basis van inlaathoeveelheden (mm/dag) in relatie tot diepte (90 cm)).

Met het model kan ook uitgerekend worden met hoeveel procent de inlaat verminderd kan worden als een bepaalde peilfluctuatie wordt toegestaan. Bij een toelaatbaar peilverschil van 5 cm kan de hoeveelheid inlaatwater met ongeveer 90% beperkt worden.



Figuur 9. Gemeten chlorideconcentraties in Koornmolengat en voorspelde chlorideconcentraties

3.3 Interne fosfaat belasting

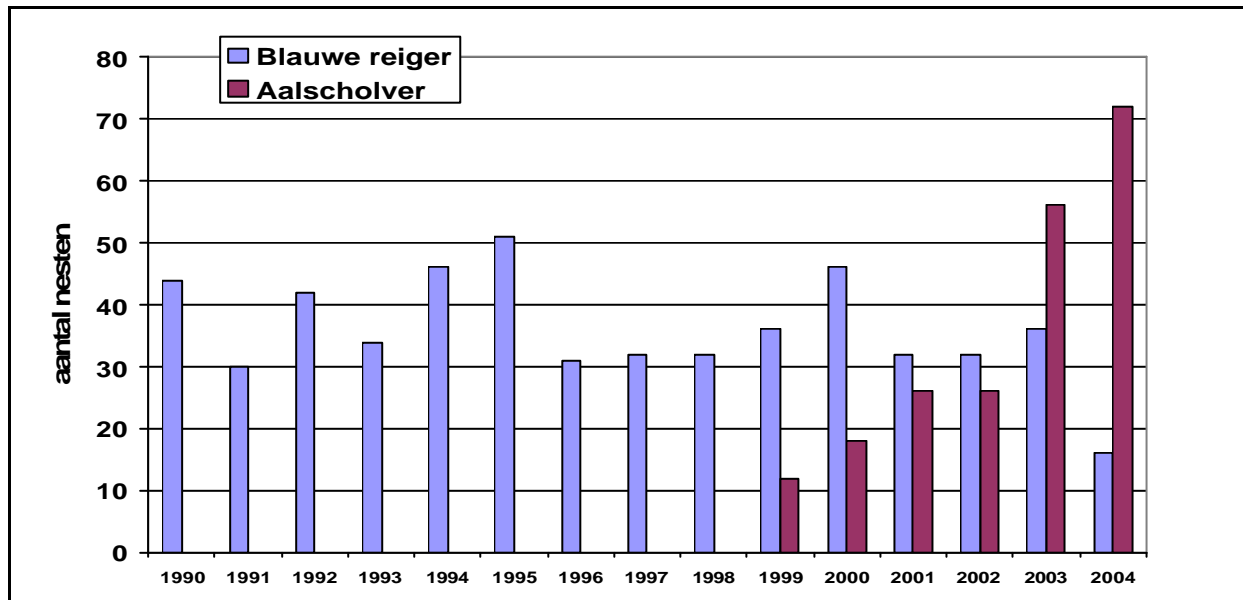
De P-totaal stijgt circa 1,0 g/m³ ten opzichte van het inlaatwater uit de Rotte. In het model is uitgerekend dat de inlaat 25000m³ per jaar is. De vracht aan extra fosfaat komt hiermee op 25 kg/jaar. Dit betekent dat de interne belasting in het Koornmolengat minimaal 25 kg/jaar is. Een deel van de fosfaatbelasting komt in de bodem terecht en laat geen toename in de concentratie zien.

3.3.1 Verblijftijd

Een mogelijke oorzaak van de interne belasting is dat sindsdien meer gebiedsvreemd, namelijk hard water uit de Rotte, het gebied in komt. Het harde water zorgt voor een verhoging van de afbraak van de veenbodem, waardoor extra fosfaat vrijkomt in het water (zie bijlage 3). Uit de modellering blijkt echter dat na de aanleg van het filter de hoeveelheid ingelaten Rotte water met een factor vier is verminderd. Een gevolg van de verminderde inlaat na aanleg van het filter is dat de verblijftijd van het water in het natuurgebied is verhoogd. Bij een langere verblijftijd kan de concentratie als gevolg van een interne bron toenemen. Een langere verblijftijd kan zodoende het effect van een verminderde afbraak van de bodem te niet hebben gedaan.

3.3.2 Vogels

Een belangrijke bron van fosfaat in het gebied zijn de uitwerpselen van de vogels in het gebied. Door de Natuur- en Vogelwacht de Rotta wordt jaarlijks het aantal nesten van aalscholvers en blauwe reigers geteld. In figuur 10 staat het overzicht van het aantal getelde nesten in het Koornmolengat. Hieruit blijkt dat aalscholvers in 1999 voor het eerst nesten hadden en dat dit aantal nog steeds toeneemt. In 1998 was al een grote toename zichtbaar in het aantal aalscholvers dat in het gebied verbleef als voorbode op het aantal broedende vogels vanaf 1999. Het aantal nesten blauwe reigers is vrij constant gebleven in de afgelopen tien jaar. Het aantal eenden en andere watervogels bedraagt meestal 50 tot 100 stuks op de plas per dag. Dit aantal is in de loop der jaren niet veranderd. In de Nieuwkoopse Plassen is een onderzoek gedaan naar de fosfaatbelasting door watervogels. In deze studie is berekend dat 100 aalscholvers zorgen voor een fosfaatbelasting van ongeveer 95 kg per jaar (zie bijlage 8). De toename van het aantal aalscholvers lijkt dus mogelijk verband te houden met de verhoging van het fosfaatgehalte sinds 1998.



Figuur 10. Aantal nesten van aalscholvers en blauwe reigers in het Koornmolengat

3.3.3 Waterbodembodem

De zuurstofverzadiging kan in combinatie met een lage pH (oververzadiging van CO₂) inzicht geven in de afbraak van organische stof. De gemiddelde zuurstofverzadiging in de periode 1990-1996 was ongeveer 70% en in de periode 1997-2003 ongeveer 60% (zie bijlage 4). De afname van de zuurstofverzadiging duidt op een toename van het zuurstofverbruik in het systeem. Gesteld wordt dat de zuurstofproductie gelijk is gebleven. Deels kan dit komen door de toename van de belasting met vogelpoep en de daarmee benodigde zuurstof voor de

afbraak, maar uitgerekend is dit niet de volledige afname kan verklaren. De enige mogelijk bron hiervoor is de waterbodem die zuurstof nodig heeft voor afbraakprocessen. Bij afbraak van organische stof wordt niet alleen zuurstof verbruikt, maar wordt ook stikstof en fosfaat geproduceerd. De afname van de zuurstofverzadiging met 10% komt overeen met een toename van de fosfaatbelasting van ongeveer 40 kg per jaar (zie bijlage 8). In combinatie met een langere verblijftijd kan dit effect leiden tot hogere concentraties. Tevens wordt bij lage zuurstofconcentraties in de waterbodem sulfaat als zuurstofbron gebruikt. Hierbij wordt sulfaat omgezet in sulfide. Sulfide verstoort de binding van fosfaat in allerlei ijzer-fosfaatcomplexen, waardoor fosfaat vrij komt (zie bijlage 3). Dit effect is niet gekwantificeerd.

3.3.4 Visstand

Ook bodemwoelende vissen kunnen een belangrijke bijdrage geven aan de interne eutrofiering. Door het omwoelen van de bodem komen voedingsstoffen vrij in het water en tevens komen de voedingsstoffen uit de bodem via uitwerpselen in het water terecht. Gezien de helderheid van het water, lijkt het aantal bodemwoelende vissen beperkt en daarmee ook de invloed op de fosfaatbelasting van het water.

4. Conclusies

4.1 Waterkwaliteit en beïnvloedingsfactoren

Uit de analyse blijkt dat deze doelstellingen in het Koornmolengat niet gehaald worden. De concentraties van fosfaat overschrijden tussen 5 en 10 keer de norm. In 2003 wordt voor het eerst de norm voor stikstof gehaald. Waarschijnlijk door de lage stikstofconcentraties voldoen de algenconcentraties ook aan de norm. De zuurstofhuishouding in de plassen is niet goed. Regelmatig treden te lage concentraties op.

Na de aanleg van het helofytenfilter zijn de concentraties totaal-fosfaat in het Koornmolengat verdubbeld. Het helofytenfilter zorgt wel voor afname van de nutriënten van het inlaatwater, maar zodra het Rottewater in de veenplas komt, wordt dit effect teniet gedaan. Uit de chloridegegevens blijkt dat de waterkwaliteit in het Koornmolengat wordt beïnvloed door Rottewater. Op dit moment wordt er niet alleen water ingelaten om het peil te handhaven, maar wordt er ook doorgespoeld.

De oorzaak van de toename van nutriënten lijkt veroorzaakt door een groter aantal vogels in het Koornmolengat en een toename van de afbraak van de waterbodem in combinatie met een langere verblijftijd. Uit berekeningen (zie bijlage 8) blijkt dat de belasting door 100 aalscholvers kan oplopen tot 95 kg P per jaar. Dit is een significante bijdrage en kan leiden tot hogere concentraties zoals aangetroffen in het Koornmolengat. De zuurstofhuishouding is in de periode voor en na de aanleg van het filter met gemiddelde ongeveer 10% gedaald. Berekend is dat hierdoor de belasting met fosfaat per jaar met circa 40 kg per jaar is toegenomen. De totale belasting door afbraak van organische stof is op basis van de zuurstofverzadiging berekend op 200 kg P per jaar (zie bijlage 8).

4.2 Effect helofytenfilter op waterkwaliteit

In het helofytenfilter worden de voedingsstoffenconcentraties verlaagd. De concentraties fosfaat zijn bij de uitstroom van het filter (0,5 mg/l) ongeveer vier keer zo laag als bij de instroom (2 mg/l). Het verschil in stikstofconcentraties is respectievelijk bij de in- en uitstroom 3 mg/l en 1,5 mg/l. Dit effect in de verbetering van de waterkwaliteit is echter niet terug te zien in lagere nutriëntenconcentraties in het natuurgebied. Op dit moment wordt er

vanwege een defecte pomp geen water rondgepompt uit het natuurgebied terug het filter in. Indien circulatie weer wordt ingesteld, kan dit gebruikt worden om de nutriënten te verwijderen die door de interne belasting in het water komen. Drie jaar na aanleg van het filter is het water in het Koornmolengat helderder geworden. Mogelijk heeft het filter hieraan bijgedragen.

4.3 Beheer

Het huidige beheer is niet optimaal. De beheersdoelstelling is er op gericht om een vast peil te handhaven en minimale hoeveelheid Rottewater in te laten. Het vaste peil is ingesteld om mineralisatie van de veenbodem zoveel mogelijk te beperken, maar dit blijkt in de praktijk niet verminderd te zijn. Ook uit andere studies blijkt dat droogvallen van een veenplas tot minder interne eutrofiering leidt dan het op peil houden met gebiedsvreemd 'hard' water (Lamers, L., M. Klinge, J. Verhoeven, 2001). Het toestaan van een fluctuerend peil leidt tot minder inlaat vanuit de Rotte. Uitgerekend is dat bij toelaatbaar peilverschil van 15 cm de hoeveelheid inlaatwater met 90% beperkt kan worden. Een fluctuerend peil is beter voor de ontwikkeling en vitaliteit van oevervegetatie en bovendien is hierdoor minder carbonaatrijk Rottewater nodig. Een belangrijke randvoorwaarde is dat door de optredende peiluitzakkingen geen stabiliteitsproblemen mogen ontstaan met de kaden. In het algemeen geldt dat fluctuaties van 25 cm geen problemen opleveren voor de stabiliteit van kades.

Op dit moment wordt er zelfs meer water ingelaten dan voor peilbeheer noodzakelijk is. Hiermee wordt het Koornmolengat doorgespoeld met Rotte water. Een voordeel hiervan is dat de verblijftijd van het water kort is en dat de voedingsstoffen die via interne belasting in het water komen, mee uitgespoeld worden. Als de verblijftijd langer wordt ontstaat het risico dat bij gelijk blijvende belasting de nutriëntenconcentraties toenemen.

5. Aanbevelingen

5.1 Doelstellingen

Het lijkt niet zinvol om voor een dergelijk voedselrijke veenplas de doelstelling in de vorm van nutriënten vast te leggen. Voor een gebied met de functie natuur moet gekeken worden welke ecologische kwaliteit gewenst is en met name uitgedrukt in hogere organismen als vogels en planten. Tevens is afstemming nodig met de gebiedsbeheerder (Recreatieschap Rottemeren) over de gewenste doelstelling van het gebied. De aalscholvers in het gebied zijn van grote invloed op welke doelstelling haalbaar is.

Momenteel wordt gewerkt aan het opstellen van waterkwaliteitsbeelden. In deze studie worden realistische en haalbare ambities vastgesteld voor verschillende watertypes. Ook voor kleine veenplassen (zoals het Koornmolengat en 't Weegje) zullen de ambities worden bepaald. De resultaten van dit onderzoek dienen gebruikt te worden bij het opstellen van een gebiedsgerichte doelstelling voor het Koornmolengat.

5.2 Maatregelen

Er zijn twee sporen om de waterkwaliteit te verbeteren, namelijk een brongerichte en een effectgerichte aanpak. Vanuit het principe van duurzaam waterbeheer heeft een brongerichte aanpak de voorkeur, maar er kunnen argumenten zijn om voor een effectgerichte aanpak te kiezen.

Brongerichte aanpak

Bij een brongerichte aanpak moeten de belangrijkste oorzaken van de nutriëntenbelasting aangepakt worden. Dit betekent dat de nalevering van de bodem en de belasting door de

aalscholvers moet worden beperkt. Door baggeren kan de belasting uit de waterbodem verminderd worden. Uit waterbodemonderzoek in het kader van de studie 'waterkwaliteitsbeelden' is gebleken dat de hoeveel biologisch beschikbaar P in de vaste onderlaag veel lager is dan in de sliblaag (zie bijlage 9). Het Recreatieschap Rottemeren is verantwoordelijk voor het op diepte houden van het Koornmolengat (zie paragraaf 2.4.1). Door een fluctuerend peil in te stellen kan minder hard Rotte water nodig en dat draagt mogelijk bij aan een verminderde afbraak van de veenbodem. Aan de belasting met nutriënten door de aalscholvers in het gebied kan niets gedaan worden.

Effectgericht aanpak

Een effectgerichte aanpak richt zich op het voorkomen van hoge voedingsstoffenconcentraties in het natuurgebied. Door meer water in te laten dan voor peilbeheer nodig is, ontstaat een korte verblijftijd en worden de nutriëntenconcentraties op een laag niveau gehouden. Ook het inzetten van het helofytenfilter is een effectgerichte aanpak.

Onbekend is nog of in deze situatie een brongerichte aanpak (baggeren en toestaan van peilfluctuaties) leidt tot een verbetering van de waterkwaliteit vanwege de combinatie van een lange verblijftijd met een hoge interne belasting. Voor een goede beslissing of een doorgespoeld systeem of uiteindelijk een geïsoleerd systeem het meest wenselijk is, moet nader onderzoek gedaan worden. Aspecten die hierbij betrokken moeten worden zijn:

- realiseren doelstelling (korte en lange termijn)
 - nutriënten
 - aquatische waarden
 - terrestrische waarden
 - vogels
- kosten (korte en lange termijn)
 - investeringskosten
 - exploitatiekosten
- voor- en nadelen

Aanbevolen wordt om met het opstellen van een maatregelenplan te wachten totdat de studie 'waterkwaliteitsbeelden' afgerond is en de ambitie van het Koornmolengat is vastgesteld.

5.3 Monitoring

Goed begrip van het systeem is van belang voor het bepalen of het helofytenfilter een significante bijdrage kan leveren in het verminderen van de hoeveelheid voedingsstoffen in het Koornmolengat. Momenteel wordt bij het filter geen waterkwantiteitsmetingen gedaan. Het functioneren van het systeem is nu berekend met een model. Vanwege het ontbreken van meetgegevens was toetsing aan de praktijk niet mogelijk. Een combinatie van waterkwaliteit- en kwantiteitmetingen kan het inzicht in het systeem doen toenemen. Aanbevolen wordt om de stuwen, de inlaat en de pomp in het gebied te voorzien van eenvoudige apparatuur waarmee de draaiuren van de pompen en de waterpeilen bij de stuwen gemeten kan worden.

De waterkwaliteitsmonitoring moet uitgebreid worden met het maandelijks monitoren van de macro-ionen SO₄ en HCO₃ in plaats van éénmalig per jaar in verband met de interne processen die een rol spelen. Tevens is een extra meetpunt wenselijk aan het eind van de ringsloot die naar het Koornmolengat gaat om het verloop in nutriëntenconcentraties in de ringsloot te bepalen. Mogelijk treedt in de ringsloot al grote interne belasting op en is een kortere weg van het filter naar het natuurgebied wenselijk.

Literatuurlijst

- Gemeentewerken Rotterdam, 1995. *Koornmolengat, Rottemeren Stabiliteit kade – geotechnisch onderzoek*
- Hoogheemraadschap van Schieland, 1993. *Plan ter verbetering van de waterkwaliteit in het Koornmolengat*
- Hoogheemraadschap van Schieland, 1996. *Toelichting op het peilbesluit voor de Tweemanspolder*
- Hoogheemraadschap van Schieland, 1998. *Monitoring helofytenfilter Koornmolengat 1997*
- Lamers, L., M. Klinge, J. Verhoeven, 2001. OBN Preadvies, *Laagveenwateren*)
- Provincie Zuid-Holland, 2000. *Beleidsplan Milieu en Water, 2000-2004*
- Recreatieschap Rottemeren, 1992. *Beheersplan Koornmolengat*
- Rutte, M.J., 1997. *Meetplan Koornmolengat*. TU Delft, Faculteit. Civiele Techniek en Geowetenschappen

Bijlage 1. Beheersovereenkomst Koornmolengat en helofytenfilter

1. Helofytenfilter

Regulier beheer helofytenfilter

De volgende werkzaamheden worden jaarlijks uitgevoerd door Schieland:

1. **Maaien helofytenvegetatie** – dit bestaat uit het handmatig maaien van het riet. Het maaien wordt jaarlijks in oktober uitgevoerd. Het gehele rietveld wordt gemaaid. Voordat gemaaid kan worden, wordt het filter droog gezet. Na het maaien wordt het filter 5cm onder water gezet.
2. **Afruimen helofytenvegetatie**– dit bestaat uit het verzamelen van de helofytenvegetatie en het naar de Rottedijk brengen. Het recreatieschap heeft ontvangstplicht voor het maaisel.
3. **Afvoeren en verwerken helofytenvegetatie** – dit bestaat uit het afvoeren van het maaisel van de Rottedijk. Het afvoeren van het maaisel is een taak van het Recreatieschap Rottemeren (ontvangstplicht). Uit praktisch oogpunt wordt dit echter in opdracht van Schieland gedaan door de aannemer, die tevens het maaien en afruimen verzorgt.

Groot onderhoud helofytenfilter

Nadat het reguliere onderhoud heeft plaatsgevonden bepaalt Schieland of groot onderhoud noodzakelijk is. Schieland zal deze werkzaamheden voor haar rekening uitvoeren. Een goede werking van het filter is het uitgangspunt voor het moment waarop deze werkzaamheden plaatsvinden. Het groot onderhoud bestaat uit:

- **baggeren helofytenfilter**
- **opnieuw inplanten rietvegetatie** – indien nodig

2. Koornmolengat

Regulier beheer Koornmolengat

Het beheersdoel van het reguliere onderhoud is het behouden van de natuurwaarden in het gebied. De werkzaamheden worden in opdracht en op kosten van het Recreatieschap Rottemeren uitgevoerd. Het recreatieschap stelt (in samenwerking met de Natuur- en Vogelwacht Rotta) een beheersplan op met een daarbij behorend onderhoudsplan. In het onderhoudsplan wordt opgenomen uit welke werkzaamheden het reguliere beheer bestaat (maaieren, afruimen en afvoeren van de moerasvegetatie en evt. bomen).

Groot onderhoud Koornmolengat

Het groot onderhoud zal door en op kosten van het Recreatieschap Rottemeren worden uitgevoerd waarbij een goede ecologische waterkwaliteit en de aanwezige natuurwaarden het uitgangspunt zijn. Het groot onderhoud bestaat uit:

- **baggeren natuurgebied**

Overig

- Het onderhoud van drie kunstwerken van het helofytenfilter (inlaat Rotte, overstort van helofytenfilter en pomp) wordt door Schieland gedaan.
Schieland is verantwoordelijk voor het handhaven van de peilen. De bediening van de waterinlaat vanuit de Rotte wordt door Schieland gedaan. Deze inlaat wordt regelmatig gecontroleerd op voldoende functioneren.
- De omliggende dijken en het pad dat tussen het Koornmolengat en het helofytenfilter loopt zijn in onderhoud bij het recreatieschap. Het pad tussen het Koornmolengat en het filter moet begroeid blijven, om verstoring van de natuur door recreanten te voorkomen.

- De overige verplichtingen die voortvloeien uit het eigendom van het gebied blijven bij het recreatieschap Rottemeren. Hieronder vallen het onderhoud van het cultuurhistorische sluisje bij het Koornmolengat en het plaatsen van een informatiebord bij de ingang van het Koornmolengat.

7. Monitoring

Bij de aanleg van het filter is afgesproken dat door en op kosten van Hoogheemraadschap Schieland een monitoringsplan wordt opgesteld en de monitoring wordt uitgevoerd. Jaarlijks wordt in de periode van half april tot eind september om de twee weken de fysisch-chemische kwaliteit gemeten (= 11x). Jaarlijks wordt de ecologische waterkwaliteit bepaald van het Koornmolengat. Eens per (drie) jaar worden de gegevens gerapporteerd aan het Recreatieschap Rottemeren.

8. Duur van de overeenkomst

De overeenkomst tussen Hoogheemraadschap Schieland en het Recreatieschap Rottemeren is voor onbepaalde duur.

Aldus overeengekomen,

Hoogheemraadschap van Schieland,

Recreatieschap Rottemeren,

Ing. N.A.M. Stijlen

Ir. L.P. Klaassen

Datum:

Datum:

Bijlage bij beheersovereenkomst helofytenfilter en Koornmolengat

Contactpersoon Schieland

Beleidsmatig:
Korine Hengst (contactpersoon)
Postbus 4059
3006 AB Rotterdam
010-4537351
k.hengst@schieland.nl

Praktische zaken:
John van Beek (voor
beheersaangelegenheden)
Postbus 4059
3006 AB Rotterdam
010-4537353
ja.v.beek@schieland.nl

Piet van Zwienen (dagelijks beheer oa
bediening waterinlaat)
Rottedijk 21
2665 LR Bleiswijk
079-5931123

06-11368417
pt.v.zwienen@schieland.nl

Contactpersoon Recreatieschap

Contactpersoon:
Myrthe Schipper (beleidsmatig)
Postbus 341
3100 AH Schiedam
010-2981013
schipper-m@pzh.nl

Frits Doeleman (beheeraangelegenheden)
Kooilaan 8 Bleiswijk
010-5214794 / 06-55327859

Contactpersoon Rotta

Rien van der Vorm (voorzitter)
079-5931262

Overzicht werkzaamheden en verantwoordelijkheden

werkzaamheid	verantwoordelijke	Uitvoering	Opmerking
waterhuishouding algemeen	Schieland	Schieland	in overleg met schap en Rotta
bediening inlaten / pomp + onderhoud	Schieland	Schieland	
werking filter / waterkwaliteit	Schieland	Schieland	
Maaien, afruimen en afvoeren helofytenvegetatie	Schieland	Schieland/ Aannemer	
Baggeren helofytenfilter	Schieland	Schieland/ Aannemer	Tot nu toe nog niet noodzakelijk geweest
Beheer en onderhoud dijk rond filter	Recreatieschap	Recreatieschap / Aannemer	
Regulier onderhoud Koornmolengat	Recreatieschap	Rotta	Rotta krijgt vergoeding
Baggeren Koornmolengat	Recreatieschap	Recreatieschap/ Aannemer	Tot nu toe niet noodzakelijk geweest

Bijlage 2. Macrofyten in het Koornmolengat

	13-sep-01	21-sep-02	28-aug-03
Bitterzoet	3	2	2
echte valeriaan	2		2
Egelskop	2	3	3
gele lis	2	3	3
gewone engelwortel		1	2
gewone smeerwortel			2
grote lisdodde	4	4	3
grote wederik	2		1
harig wilgenroosje	4		3
hoge cyperzegge	2	2	2
klein kroos	3		
kleine lisdodde			2
koninginnekruid		1	5
Liesgras	2	3	2
Melkeppe			2
moerasandoorn	2	2	2
Moerasspirea	1	1	2
Moeraswalstro	1		1
Pitrus	2	1	1
Pluimzegge	2	2	3
Riet	5	5	5
Tandzaad			1
Watermunt	4	4	5
Waterpeper	2	1	1
Waterzuring	2	2	1
Wolfspoot	3		2

1	zeldzaam
2	af en toe
3	lokaal frequent
4	frequent
5	lokaal abundant
6	abundant
7	lokaal dominant
8	codominant
9	dominant

Bijlage 3. Algemene problemen in veenplassen

(bron: Lamers, L., M. Klinge, J. Verhoeven, 2001. OBN Preadvies, *Laagveenwateren*)

Het is vaak lastig om een goed inzicht te krijgen in de relatieve bijdragen van externe en interne eutrofiëringsbronnen in veenplassen. Dit is echter bijzonder belangrijk, aangezien een sterke reductie van de aanvoer van nutriënten veelal onvoldoende is gebleken om eutrofiëring in laagveenplassen een halt toe te roepen. In veel gevallen is de toename van de fosfaatconcentratie door interne mobilisatie vele malen hoger dan de concentratie van dit nutriënt in het aanvoerwater.

Aangezien verdroging vaak de eerste (zichtbare) oorzaak is voor de achteruitgang van laagvenen is het niet verwonderlijk dat herstelmaatregelen over het algemeen starten met water buiten het gebied (gebiedsvreemd water) in te laten. Verdroging leidt tot een irreversibele inklinking en veraarding van het veen. Afhankelijk van de duur en intensiteit kan droogte stimulerend werken op de decompositie en daarmee op de mineralisatie. Aangetoond is dat de N-beschikbaarheid in laagveenbodems toenam als gevolg van verdroging. De P-beschikbaarheid nam daarentegen af, doordat de capaciteit van bodems om P te binden sterk toeneemt door de oxidatie van ijzer.

Een belangrijke beheersvraag in laagveengebieden lijkt dan ook een keuze tussen twee kwaden: het gebied verdrogen of vermesten?

De laatste eeuw is door de extreme mate van regulatie van de Nederlandse polderpeilen in veel laagveengebieden een onnatuurlijke situatie ontstaan, waarbij waterpeilen 's winters niet langer hoger zijn dan 's zomers. Veel oeverplanten hebben periodiek lage waterpeilen nodig. Het droogvallen van delen van de bodem is zeer gunstig voor kieming en vestiging van een groot aantal soorten. Bij een vast peil treedt bovendien het probleem op dat golfwerking zich concentreert op een kleine zone, waardoor aanzienlijke schade kan optreden. Verstarring van het peil heeft nog een ander ongunstig gevolg. Onder permanent natte omstandigheden (anaëroob) wordt fosfaat moeilijk gebonden in de bodem, omdat er dan sulfide wordt gevormd dat zich aan ijzer bindt. Het fosfaat komt vervolgens vrij in het water. Periodieke peildaling zorgt ervoor dat een deel van het ijzer in de bodem geoxideerd wordt, waardoor fosfaat daarna aanmerkelijk beter gebonden wordt. De aanvoer van gebiedsvreemd 'hard' water heeft een vergelijkbaar effect. In bijlage 1 wordt de achterliggende gedachte hierbij beschreven. Meer natuurlijke fluctuatie van het peil heeft dus een de-eutrofiërende werking, terwijl continu hoog peil, ook bij nutriëntenarm water, leidt tot eutrofiëring. Daarbij komt dat eventuele kwel door de grotere waterlaag afneemt, waardoor ook de ijzeraanvoer vermindert.

Bij verdroging bestaat er risico voor toegenomen stikstofmineralisatie, fosfor wordt echter sterk gebonden. Het lijkt er op dat alleen langdurige constante verdroging (jaren) kan leiden tot een verhoogde beschikbaarheid van stikstof. Bij kortdurende verlaging van de waterstand (maanden) lijkt dit niet op te treden (Lamers, 2001 in Lamers, L., M. Klinge, J. Verhoeven, 2001).

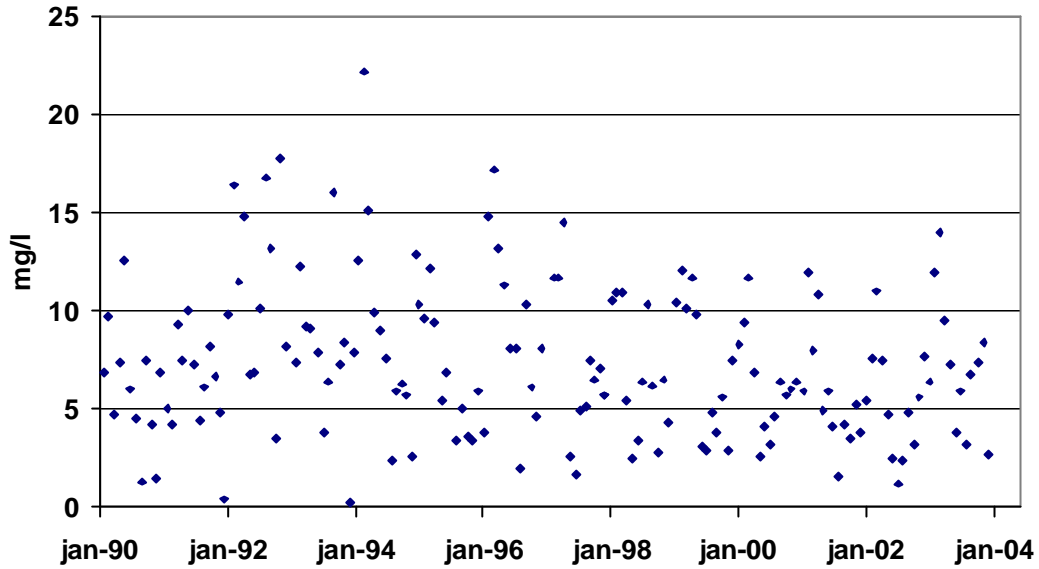
Interne eutrofiëring

In veenplassen is door de voedselrijke ondergrond een grote kans op interne eutrofiëring. Gebleken is dat met name aanvoer van water buiten het veengebied dat over het algemeen een hogere bicarbonaat- en sulfaatconcentratie bevat, in veel gevallen leidt tot interne eutrofiëring. Het extra bicarbonaat zorgt voor een toename van de decompositie- en daarmee de mineralisatiesnelheid. Sulfaatverrijking veroorzaakt verschillende problemen. Sulfaat wordt

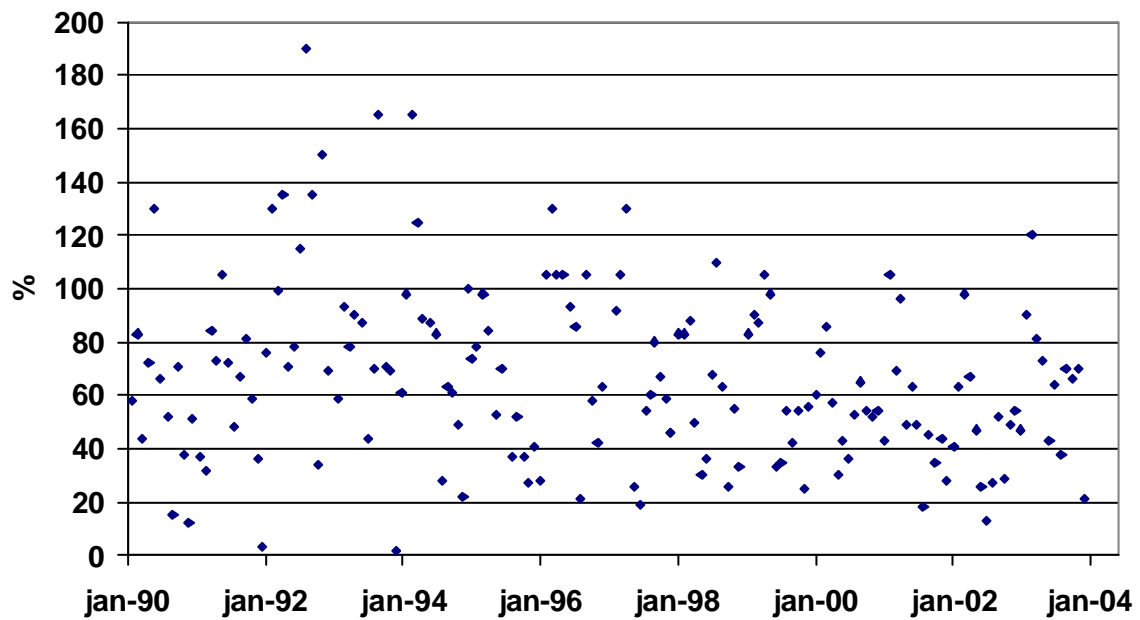
gebruikt door bodembacteriën (als zuurstofdonor) bij de afbraak van organische moleculen, waarbij sulfide wordt gevormd (sulfaatreductie). Sulfide verstoort de binding van fosfaat in allerlei ijzer-fosfaatcomplexen in de (onderwater)bodem ernstig, en consumeert nieuw vrijgekomen ijzer voor het grootste deel. Het gevolg hiervan is interne eutrofiering met fosfaat dat reeds intern opgeslagen lag. Bovendien genereert sulfaatreductie alkaliniteit (toename bicarbonaat), waardoor de decompositie gestimuleerd kan worden. Het gevormde sulfide is daarnaast toxisch voor planten. Doordat sulfaat geconsumeerd wordt in de waterlaag is het moeilijk om het eventuele belang van toegenomen sulfaatreductie af te leiden aan de hand van de concentratie van dit ion. Hoge sulfaatreductiesnelheden gaan vaak juist gepaard met lage sulfaatconcentraties in de waterlaag door snelle consumptie. Sulfide-, ijzer- en fosfaatconcentraties in het (anaëroob verzamelde) bodemvocht kunnen echter wel een goede indicatie geven (Lamers, L., M. Klinge, J. Verhoeven, 2001).

Bijlage 4. Zuurstofconcentraties in Koornmolengat

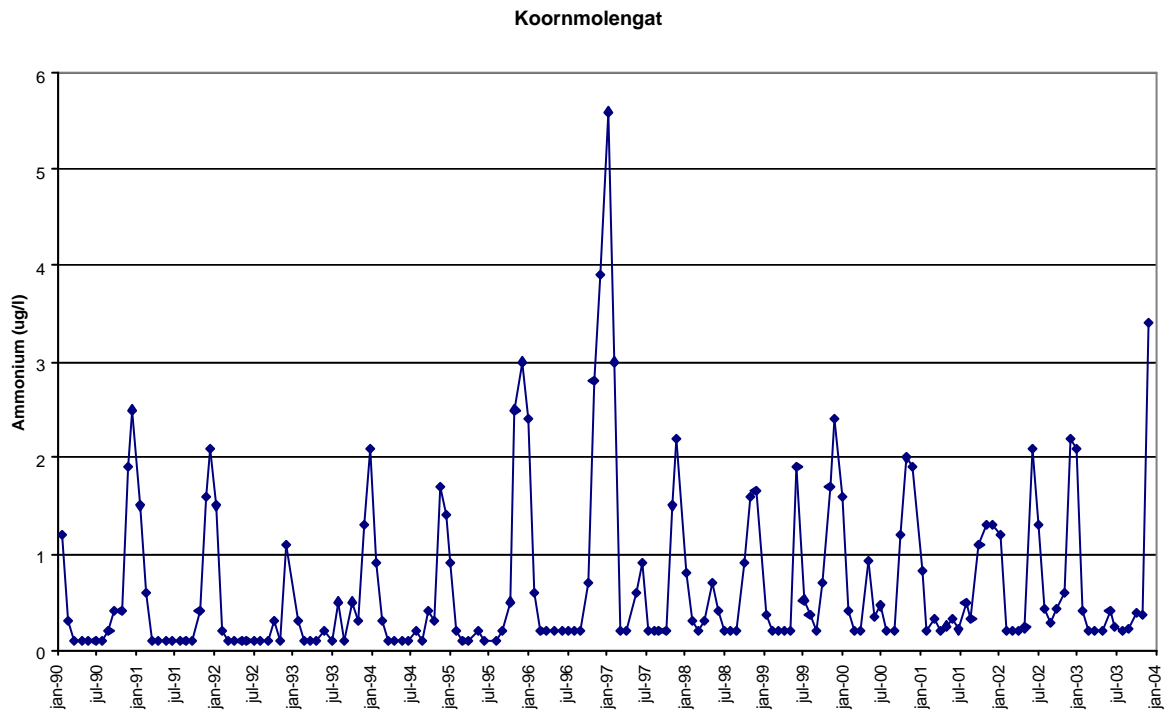
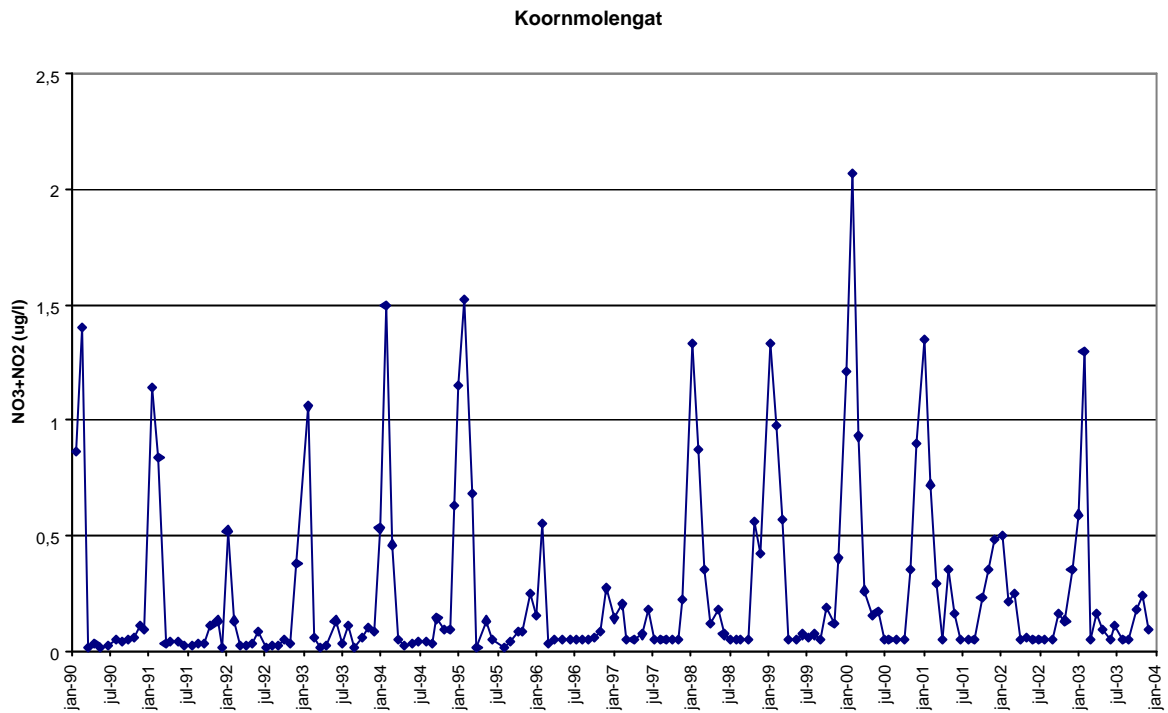
zuurstofconcentratie Koornmolengat (00021)



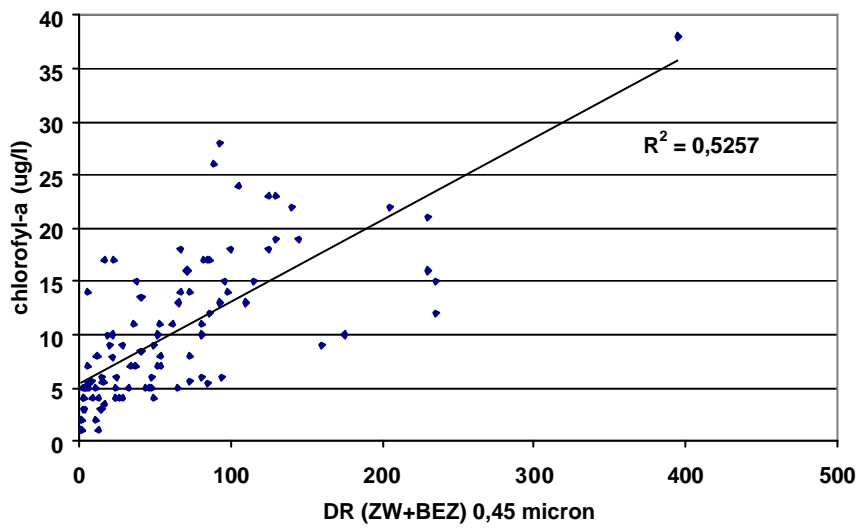
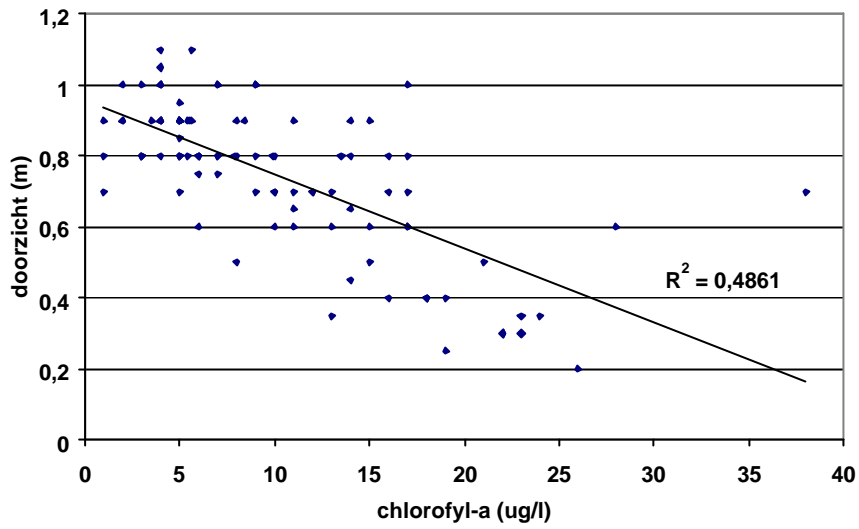
zuurstofverzadiging Koornmolengat (00021)



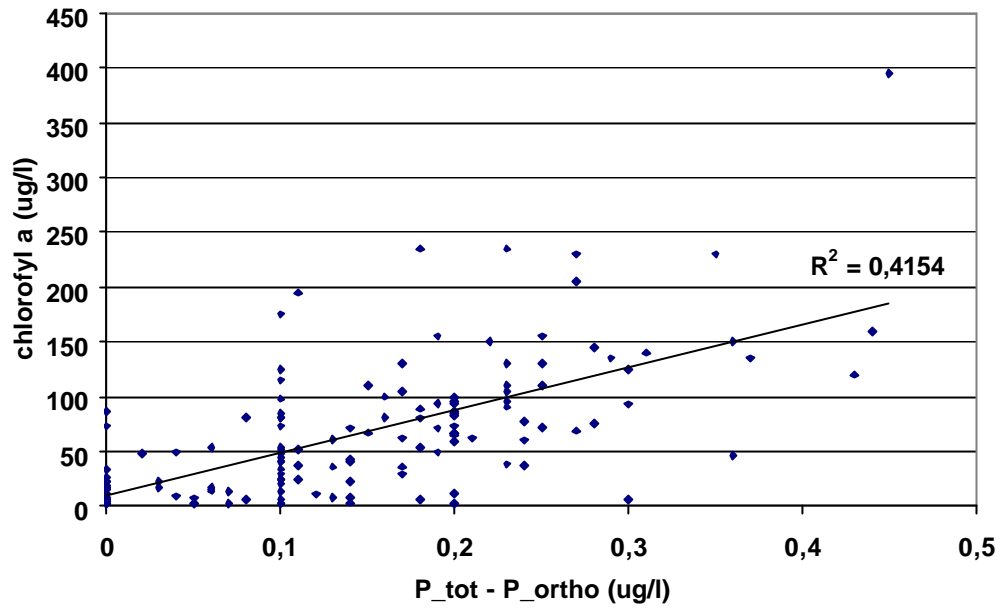
Bijlage 5. Stikstoflimitatie in het Koornmolengat



Bijlage 6. – Zwevend stof en algen in het Koornmolengat



Bijlage 7. Biologisch fosfor is maat voor algenconcentratie



Bijlage 8. Fosfaatbelasting door afbraak organische stof en door watervogels

Afbraak organische stof

De zuurstof verzadiging op meetpunt 00021 is gemiddeld 58%, bij een concentratie van 6,5 g/m³. Dit betekent dat er gemiddeld een onderverzadiging is van 4,5 g/m³. De zuurstof onderverzadiging wordt bevestigd door de lage pH (7,9; Rotte is 8,5 en verzadigd is 8,3). Een lage pH betekent (bij min of meer gelijke alkaliteit=bicarbonaat) een oververzadiging van CO₂, en dit duidt op afbraak van organische stof.

De reaeratie (uitwisseling gassen tussen atmosfeer en water) wordt bepaald door de turbulentie, die is ofwel afhankelijk van wind (stagnante wateren) ofwel van stroomsnelheid (rivieren en beken). De formule voor stagnante wateren is:

$$\text{flux} = tc * \text{wind}^2 * (\text{O}_2_{\text{verz}} - \text{O}_2_{\text{gemeten}})$$

Met tc in de orde grootte van 0.04 tot 0.06.

Bij de gemiddelde windsnelheid in Nederland (5 m/sec 10 meter boven maaiveld) geldt dat de flux ongeveer gelijk is in g/m² aan de onder(over) verzadiging in g/m³. Aannemend dat door de begroeiing rondom het KMG de flux de helft is, betekent dit een zuurstof flux in het systeem van ca 2,25 g/m²/dag. Gezien de lange verblijftijd en de geringe verschillen in BZV-in en BZV-uit betekent dit dat intern in het systeem deze zuurstof verbruikt moet zijn (geen belasting invloed). De enige bron is dan de bodem.

Bij afbraak van organische stof wordt niet alleen zuurstof verbruikt maar ook P en N geproduceerd. Bij een C/O₂ verhouding van 1 (moleculair) betekent dit 0,07 (2,25/32) mol C/m²/dag, of 0,0007 Mol (C/P=1/100) P/m²/dag, of 0,02 gram P/m²/dag.

Bij een diepte van een halve meter is dit 0,04 gram P/m³/dag of 15 gram P/m³/jaar.

Watervogels

De interne belasting in het Koornmolengat is 7000 g P/jaar. In een onderzoek naar de fosfaatbelasting door vogels in de Nieuwkoopse plassen is uitgerekend dat een aalscholver 953 g P/jaar inbrengt. Als uitgegaan wordt van 100 aalscholvers betekent dit een totale belasting door aalscholvers van 95000 g P/jaar. Bij een oppervlak van 2,5 ha en een gemiddelde diepte van 50 cm komt dit voor het Koornmolengat neer op circa 8 gram P/m³/jaar. Dit is tien keer zoveel als de berekende interne belasting. Dit geeft aan dat de aalscholvers in het gebied een significante bijdrage aan de belasting kunnen leveren.

Indien uitgegaan wordt dat de interne belasting volledig veroorzaakt wordt door de aalscholvers, is uitgerekend dat een aalscholver 200 g per dag aan uitwerpselen moet produceren. Een aalscholver eet gemiddeld ongeveer per dag 400 gram aan vis, dus dit lijkt grof geschat mogelijk te zijn.

Om dit te berekenen is uitgegaan van een verhouding P/C van 1/100 (moleculair) in organische stof. De belasting met koolstof is dus 100*12*7000/30 = 300 kg C. Omgerekend naar aanwezigheid in uitwerpselen zijn de verhoudingen van droog gewicht/koolstof en nat gewicht/drooggewicht nodig welke respectievelijk 2,5 en 3 zijn. Hiermee komt de benodigde hoeveelheid aan natte organische stof op 300*2,5*3= 2000 kg, oftewel circa 2000 kg stront/jaar)

Als uitgegaan wordt van 100 aalscholvers in het gebied en dat ze voor 1/4 in het water poepen (de nesten zitten boven land), moeten ze ongeveer 20 kg (4*2000/365) stront per dag produceren, oftewel 200 gram/dag/aalscholver.

Bijlage 9. Resultaten onderzoek naar de biologische beschikbaarheid van fosfaat in de sliblaag en de vaste onderlaag in het Koornmolengat

	Sliblaag (labno 04005)	Vaste bodem (labno 04105)
Droogrest (%)	9,2	16,6
Gloeirest (%)	47	42
P totaal (g/kg.ds)	1,55	2,00
Fe totaal (mg/kg.ds)	8000	12000
S totaal (mg/kg.ds)	16000	13000
PW-getal (mg P ₂ O ₅ /l droge grond)	63	<5
Pal-getal mg P ₂ O ₅ /100 gram droge stof	269	38