

Bestrijding blauwalgoverlast recreatiegebied Borgerswold te Veendam



Rapport 2009-004

R. Bijkerk
G.H. Bonhof
G. Mulderij
R. Torenbeek
G. Wolters

Bestrijding blauwalgoverlast recreatiegebied Borgerswold te Veendam

In opdracht van Waterschap Hunze en Aa's
Aquapark 5
9640 AD Veendam

Opdracht ref AV 08.4801/08.3318

Auteurs R. Bijkerk
G.H. Bonhof
G. Mulderij
R. Torenbeek
G. Wolters

Datum 10 maart 2009

Rapportnr 2009-004

Status Definitief

koeman en bijkerk bv

ecologisch onderzoek en advies

bezoekadres	kerklaan 30 Haren
postadres	postbus 14 9750 AA Haren
telefoon	050 3632072
telefax	050 3635205
email	info@koemanenbijkerk.nl
website	www.koemanenbijkerk.nl

Foto omslag: Luchtfoto van het recreatiepark Borgerswold, gezien vanuit het noordwesten
(Bron: Google Earth).

Deze publicatie kan geciteerd worden als:

Bijkerk R, Bonhof GH, Mulderij G, Torenbeek R & Wolters G (2009) Bestrijding
blauwalgoverlast recreatiepark Borgerswold te Veendam. Rapport 2009-004, Koeman en
Bijkerk bv, Haren/Torenbeek Consultant, Apeldoorn. 53 pp.

Koeman en Bijkerk bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede schade welke
voortvloeit uit toepassingen van resultaten van werkzaamheden of andere gegevens
verkregen van Koeman en Bijkerk bv; opdrachtgever vrijwaart Koeman en Bijkerk bv voor
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Achtergrond	9
1.2 Vraagstelling	9
1.3 Doel onderzoek	9
1.4 Leeswijzer	10
1.5 Verantwoording	10
2 Opzet en methode van het onderzoek	11
2.1 Uitgangspunt	11
2.2 Opzet onderzoek	11
2.3 Aanvullend onderzoek	11
3 Huidige situatie	15
3.1 Ligging en ontstaan	15
3.2 Functies	16
3.3 Morfologie	17
3.4 Waterhuishouding	18
3.5 Beheer	20
3.6 Waterkwaliteit	20
3.6.1 Ontwikkeling in de periode 2000-2008 (variatie in de tijd)	20
3.6.2 Variatie binnen het Borgerswold (variatie in de ruimte)	22
3.7 Waterbodem en sliblaag	23
3.8 Toevoer van voedingsstoffen	23
3.9 Waterplanten	24
3.10 Vis	24
3.11 Watervogels	26
4 Oorzaken blauwalgbloei	29
4.1 Fosfaatgehalte	29
4.2 Lichtklimaat	32
4.3 Overige oorzaken	32
4.4 Conclusies oorzaken blauwalgbloei	33
5 Maatregelen	35
5.1 Motivatie keuze maatregelen	35
5.2 Maatregelen voor veilig zwemmen in 2009	35
5.3 Maatregelen voor duurzaam herstel	36
5.4 Overige aandachtspunten en aanbevelingen	37
6 Kosten van herstel	39
6.1 Veilig zwemmen in 2009	39
6.2 Duurzaam herstel	39
7 Literatuur	47
Bijlage I Ligging monsterpunten	49
Bijlage II Berekeningen fosfaatbelasting	51
Bijlage III Bestandschattingen per lengteklasse per deelgebied	53

Voorwoord

Dit rapport is gemaakt in opdracht van het waterschap Hunze en Aa's (WHA), de gemeente Veendam en de provincie Groningen. Het geeft de resultaten van het onderzoek naar de oorzaken van de blauwalgoverlast in het recreatiegebied Borgerswold, te Veendam en geeft aanbevelingen voor herstel van de zwemwaterfunctie en de ecologische kwaliteit.

Op basis van reeds bestaande gegevens beschikbaar bij de drie opdrachtgevers, is een inschatting gemaakt van de mogelijk oorzaken van de blauwalgoverlast. Vervolgens is aanvullend veldonderzoek uitgevoerd om nog ontbrekende informatie te verzamelen. Daarna is er een pakket van maatregelen omschreven om de overlast op te heffen en in de toekomst te voorkomen. Tot slot is bij iedere maatregel een globale kostenraming gepresenteerd.

Onze dank gaat uit naar de leden van de begeleidingscommissie, R. Boonstra en M. van Dongen (WHA), J. Vedder (Gemeente Veendam) en M. van Eerden (Provincie Groningen) en naar P. Hendriks (WHA), R. Dilling (WHA), A. Kuiper (WHA), J. Bloem (parkwachter Borgerswold, Gemeente Veendam), J. de Vries (InVraplus) en de Hengelsportfederatie Groningen-Drenthe, voor hun hulp bij het verzamelen van de benodigde informatie.

Haren, 10 maart 2009

Ronald Bijkerk
Gerwin Bonhof
Gabi Mulderij
Reinder Torenbeek
Gersjon Wolters

Samenvatting

Achtergrond

In het recreatiegebied Borgerswold te Veendam geldt sinds september 2007 een zwemverbod op de locaties “Koetshuis” en “Langebosch”. De oorzaak is een aanhoudende bloei van de potentieel giftige blauwalg *Planktothrix agardhii*. Voorheen was hier geen sprake van een blauwalgbloei.

Het waterschap Hunze en Aa's, de gemeente Veendam en de provincie Groningen willen weten wat de oorzaak is van de blauwalgbloei en welke maatregelen noodzakelijk, haalbaar en het meest effectief zijn om de overlast op te heffen en in de toekomst te voorkomen. Het uitgangspunt is dat er met ingang van het zwemseizoen 2009 weer in het Borgerswold gezwommen kan worden. Koeman en Bijkerk bv heeft opdracht gekregen om het hiervoor benodigde onderzoek uit te voeren.

Doel van het onderzoek

Voor het onderzoek zijn drie doelen vastgesteld:

- 1) Het achterhalen van de oorzaken van de extreme bloei van *P. agardhii*;
- 2) Het doen van aanbevelingen over mogelijke maatregelen om de overlast op te heffen en daarna te voorkomen;
- 3) Het opstellen van een (globale) kostenraming voor de uitvoer van de voorgestelde maatregelen.

Fosfaatbelasting te hoog

Een te hoge fosfaatbelasting blijkt de belangrijkste oorzaak van de blauwalgbloei in het grootste deel van het Borgerswold. Voor de plas Koetshuis is waarschijnlijk een extra trigger nodig geweest, in de vorm van een tijdelijk verhoogde troebelheid, veroorzaakt door de aanleg van de waterskibaan in voorjaar 2007.

Berekend is dat de fosfaatbelasting boven de zogenaamde kritische belasting van maximaal $0,4 \text{ mg P m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ligt. Boven de kritische belasting verkeert een meer in de troebele toestand, waarbij blauwalgbloei tot de mogelijkheden behoort.

Er zijn drie belangrijke bronnen van fosfaatbelasting op het gehele meer:

- 1) De vijf riooloverstorten in het oostelijk deel van het gebied ($0,680 \text{ mg P} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$);
- 2) Het inlaatwater voor peilbeheer ($0,110 \text{ mg P} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$); door de droge voorjaren in 2007 en 2008 is relatief veel water ingelaten;
- 3) Ganzen en aalscholvers ($0,082 \text{ mg P} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$).

Nalevering van fosfaat door de bodem speelt waarschijnlijk geen rol (Fe:P-verhouding 22 tot 47).

Locale verschillen in het Koetshuis

Door de lange verblijftijd en geringe doorspoeling treden locale verschillen op in het fosfaatgehalte van het oppervlaktewater. Op grond van de relatief lage gehalten in het Koetshuis zou hier geen persistente of zelfs tijdelijke blauwalgbloei van *Planktothrix* verwacht worden. De bloei ontstaat waarschijnlijk in de aangrenzende Hondenvijver

(Aalscholverplas) waar Aalscholvers voor een hoge lokale belasting zorgen en het fosfaatgehalte bijna twee keer zo hoog is als in de Koetshuisplas. Met de aanvoer van inlaatwater of door een westelijke wind beweegt de blauwalg zich van de Hondenvijver naar het Koetshuis. Hier kan hij zich onder normale omstandigheden niet handhaven (te helder water). Een tijdelijk verhoogde troebelheid in voorjaar 2007, heeft vermoedelijk voor condities gezorgd waardoor de vanuit de Hondenvijver aangevoerde populatie blauwalgen zich sindsdien in de Koetshuisplas heeft kunnen handhaven.

Herstel korte termijn

Voor de korte termijn is alleen de zwemlocatie Koetshuis kansrijk voor herstel. De komt omdat de waterkwaliteit hier beter is dan op de zwemlocatie Langebosch (fosfaatgehalte is gemiddeld lager). Bovendien is de plas Koetshuis gemakkelijker te isoleren. Om de doelstelling 'veilig zwemmen in 2009' op de locatie Koetshuis te kunnen halen stellen we de volgende maatregelen voor:

- Afsluiten open verbinding tussen Koetshuis en westelijk gelegen Hondenvijver (Aalscholverplas); hierdoor stopt de aanvoer van blauwalgen naar het Koetshuis.
- Wegvangen van planktivore vis; hierdoor wordt de graasdruk van zoöplankton op fytoplankton vergroot, waardoor de helderheid van het water toeneemt; dit is een shocktherapie om de gevestigde populatie van *Planktothrix* te laten 'inklappen';
- Verwijderen bodemwoelende brasem; een extra maatregel om de troebelheid door opgeweelde bodemdeeltjes te verminderen.

Herstel lange termijn

Herstel van de ecologische kwaliteit in het Borgerswold als geheel (en Langenbosch in het bijzonder), vergt een pakket van meer ingrijpende en duurdere maatregelen. Deze maatregelen vallen in twee categorieën:

- 1) Maatregelen om de fosfaatbelasting te verminderen:
 - Sanering riooloverstorten;
 - Vermindering volume inlaatwater door flexibeler peilbeheer (± 5 cm);
- 2) Maatregelen om het ecologisch functioneren te verbeteren:
 - Stimulering oevervegetatie (voor opvang afstromende voedingsstoffen en slib en als paaiplaats voor vis);
 - Visstandbeheer (voor een evenwichtiger bestand van roofvis, bentivore vis, planktivore vis);
 - Stimulering Driehoeksmosselen (voor een verwijdering van zwevende stof: algen en opgeweelde bodemdeeltjes).

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In het recreatiegebied Borgerswold te Veendam is sinds september 2007 sprake van een zwemverbod op de locaties “Langebosch” en “Koetshuis”. De oorzaak is een aanhoudende bloei van de blauwalg *Planktothrix agardhii* (figuur 1). Deze alg produceert de gifstof microcystine, waardoor risico's voor de volksgezondheid ontstaan. Het microcystine-gehalte in de plas bereikt regelmatig waarden boven de honderd microgram per liter, terwijl de norm voor het instellen van een zwemverbod door de Gezondheidsraad op twintig microgram per liter is vastgesteld. Vóór het jaar 2007 was geen sprake van blauwalgbloei.



Figuur 1 *Planktothrix agardhii* is een draadvormige, potentieel giftige blauwalg. Hij is aangepast aan troebel water en profiteert daardoor van eutrofiëring.

1.2 Vraagstelling

Het waterschap Hunze en Aa's, de gemeente Veendam en de provincie Groningen willen weten wat de oorzaak is van deze bloei en welke maatregelen noodzakelijk, haalbaar en het meest effectief zijn, om de overlast op te heffen en in de toekomst te voorkomen. Uitgangspunt hierbij is dat er met ingang van het zwemseizoen 2009 weer in het Borgerswold gezwommen kan worden.

1.3 Doel onderzoek

Om ervoor te zorgen dat er in 2009 weer veilig kan worden gezwommen in het Borgerswold zijn er voor het onderzoek drie doelen vastgesteld:

- 1) Het achterhalen van de oorzaken van de extreme bloei van *P. agardhii* en de daarmee gepaard gaande hoge concentraties aan microcystine;

- 2) Het op basis van deze oorzaken doen van aanbevelingen over te nemen maatregelen om de overlast van *P. agardhii* op te heffen en in de toekomst te voorkomen;
- 3) Het opstellen van een (globale) kostenraming voor de uitvoer van de voorgestelde maatregelen.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de uitgangspunten van ons onderzoek en de gehanteerde methoden. In hoofdstuk 3 wordt het gebied beschreven en de huidige ecologische toestand, voor zover relevant voor de vraag. Uit deze informatie wordt in hoofdstuk 4 de meest waarschijnlijke oorzaak van de blauwalgbloei afgeleid. Hierop gebaseerde herstelmaatregelen worden besproken in hoofdstuk 5 en 6.

1.5 Verantwoording

Het onderzoek is uitgevoerd door een team van medewerkers van Koeman en Bijkerk bv: R. Bijkerk, G. H. Bonhof, G. Mulderij en G. Wolters, in samenwerking met R. Torenbeek (Torenbeek Consultant). De bemonsteringen van oppervlaktewater en waterbodem zijn uitgevoerd door G. H. Bonhof, G. Wolters en R. Torenbeek. De analyses van fosfaat (in de waterkolom en waterbodem) en ijzer (in de waterbodem) zijn uitgevoerd door het laboratorium van het waterschap Hunze en Aa's. De visstandbemonstering is uitgevoerd in samenwerking met vrijwilligers van de Hengelsportfederatie Groningen-Drenthe en een drietal beroepsvissers werkzaam in het gebied. Aanvullende hydrologische informatie over het recreatiegebied Borgerswold werd aangeleverd door P. Hendriks (waterschap Hunze en Aa's). Een inschatting van de kosten die gepaard gaan met het aanleggen van een alternatieve aanvoerroute van inlaatwater naar de locatie Koetshuis is aangedragen door A. Kuiper en P. Hendriks (waterschap Hunze en Aa's). Voor een inschatting van de kosten die gepaard gaan met het verwijderen van oeverbeschoeiing en de verondieping van delen van het recreatiegebied is informatie aangedragen door J. de Vries (InVraplus). Vanuit het waterschap Hunze en Aa's werd het project begeleid door R. Boonstra en M. van Dongen. De begeleiding vanuit de gemeente Veendam en de provincie Groningen berustte bij J. Vedder en M. van Eerden.

2 Opzet en methode van het onderzoek

2.1 Uitgangspunt

De blauwalg *Planktothrix agardhii* kan in ondiepe plassen gaan domineren wanneer het water bestendig troebel is. Alleen in deze situatie kan hij succesvol de concurrentie om voedingsstoffen aan met andere planktonalgen. Een hoge troebelheid is voorwaarde voor dominantie van *P. agardhii*, maar een overmatige bloei, zoals in het Borgerswold, zal alleen optreden wanneer voldoende voedingsstoffen aanwezig zijn (zie ook tekstkader op pagina 13). Hierbij zijn wij uitgegaan van fosfaat als potentieel groeibeperkende voedingsstof.

De oorzaken van de bloei kunnen dus achterhaald worden door antwoord te geven op de volgende vragen:

- Wat is de oorzaak van de hoge troebelheid in het Borgerswold?
- Wat is de oorzaak van het te hoge fosfaatgehalte in het Borgerswold?

2.2 Opzet onderzoek

Het doel van dit project is dat er reeds in de zomer van 2009 weer gezwommen moet kunnen worden in het Borgerswold. Dit uitgangspunt stelde enige beperkingen aan de wijze waarop het onderzoek kon worden uitgevoerd, met name met betrekking tot de omvang en periode. Daarom is in eerste instantie zoveel mogelijk gebruik gemaakt van reeds bestaande informatie. Alleen daar waar het niet anders kon is aanvullend onderzoek uitgevoerd.

Het project had de volgende opzet:

- 1) Verzamelen bestaande gegevens en interpretatie/gebiedsanalyse;
- 2) Uitvoering benodigd aanvullend onderzoek;
- 3) Opstellen pakket van maatregelen.

2.3 Aanvullend onderzoek

Uit de analyse van de bestaande informatie bleek dat er extra informatie gewenst was over de fosfaatbelasting van het systeem (extern en intern) en over de visstand.

Aanvullend fysisch-chemisch onderzoek

Het fysisch-chemisch onderzoek had als doel een beeld te krijgen van de ruimtelijke verdeling van het fosfaatgehalte binnen het systeem, Hieruit zouden we inzicht kunnen krijgen in de belangrijkste fosfaatstromen (belastingsbronnen) voor het plassengebied. Het belang van interne fosfaatbelasting (nalevering door de waterbodem), is ingeschat uit een bepaling van de verhouding tussen ijzer en fosfaat. Onder aerobe condities fungeren

ijzerhydroxiden als belangrijke binders van fosfaat, zolang er minstens achttien maal zoveel ijzer als fosfaat in de bodem aanwezig is ($\text{Fe:P} \geq 18 \text{ mg/mg}$; Tonkes 2006). Voor inzicht in de ecologische toestand en potenties zijn zichtdiepte en waterdiepte belangrijke algemene parameters. Het fysisch-chemisch onderzoek bestond daarom uit het bepalen van de volgende gegevens:

- Dikte sliblaag;
- Fosfaatgehalte in de plassen zelf en in het aanvoerwater;
- Fosfaat- en ijzergehalte in de waterbodem;
- Zichtdiepte;
- Waterdiepte;
- Elektrisch geleidingsvermogen bij 25 °C (EGV_{25}).

De bemonsteringen van water en sediment zijn uitgevoerd op 12 en 19 november 2008. Het fosfaatgehalte in de waterfase is op vijftien locaties gemeten. Het fosfaat- en ijzergehalte in de bodem is op acht locaties gemeten (bijlage I)

De waterbodem is bemonsterd met een Ekman-Birgehopper (Hydro-Bios), met een effectief bemonsteringsoppervlak van 0.021 m². De analyses zijn uitgevoerd door het laboratorium van waterschap Hunze en Aa's. Het doorzicht en de waterdiepte zijn bepaald met een witte Secchi-schijf. Het elektrisch geleidingsvermogen (EGV_{25}) is bepaald met een WTW LF 196 veldmeter. De ruimtelijke verdeling van het EGV_{25} kan inzicht geven in de herkomst of de transportrichting van watermassa's binnen een systeem.

Om de fosfaatbelasting te kunnen berekenen is de oppervlakte van het plassengebied nauwkeurig bepaald met behulp van Google Earth Pro.

Visstandonderzoek

Het visstandonderzoek had als doel een indicatie te krijgen van de samenstelling van de vispopulatie in algemene zin en de biomassa van bodemwoelende vis (Brasem, Karper) in het bijzonder.

Het onderzoek is uitgevoerd op 2 en 3 december 2008. Het open water is bevist met een zegen van 250 m lengte en een vissende hoogte van 3 m. In totaal zijn er negen trekken uitgevoerd verspreid over het gebied. Er zijn vijf trekken uitgevoerd in de zuidelijke plassen (ten zuiden van Woortmanslaan) en vier in de noordelijke plassen. Tevens is het gebied verkend met een "fishfinder". Hieruit bleek dat zich in de plas tussen de Woortmanslaan en het kanocentrum (Peerdewaske) veel vis bevond in een diepe put (circa 5,3 m diep en een oppervlak van circa 2 ha). Omdat met de zegen niet zo diep gevist kon worden is deze diepe put bevist met een stortkuil. Er is één trek met de stortkuil uitgevoerd. De oevers en de smalle stadswateren die in rechtstreekse verbinding staan met de plassen, zijn bevist met het elektrovisapparaat.

Achtergrond bloeicondities *Planktothrix agardhii*

De condities waaronder de blauwalg *Planktothrix agardhii* tot bloei kan komen zijn goed bekend (Bijkerk 1997 en referenties daarin):

- de gemiddelde diepte van het water is kleiner dan 2.5 m;
- de verhouding tussen de diepte van de eufotische zone en de gemiddelde mengdiepte (i.c. de gemiddelde waterdiepte), bedraagt 0.2 - 0.3;
- lichtklimaat en verticale opbouw van de waterkolom moeten niet te vaak veranderen; de groei van *P. agardhii* stagneert wanneer de mengdiepte eens per twee tot zeven dagen verandert of het lichtklimaat verbetert;
- het lichtklimaat is in de winter toereikend om in het onderhoud te voorzien;
- de lichtintensiteit in maart en april moet niet te hoog zijn.

Planktothrix agardhii heeft weinig licht nodig, maar groeit langzaam. Het natuurlijke habitat van deze blauwalg is de spronglaag in diepe, gestratificeerde plassen. In ondiepe plassen, zoals in het Borgerswold, kan deze blauwalg gaan domineren wanneer het water bestendig troebel is (doorzicht kleiner dan 0.6 m bij een gemiddelde waterdiepte van 2 m). In zo'n situatie kan hij succesvol de concurrentie om licht aan gaan met andere planktonalgen.

Aangenomen wordt dat overlast van *Planktothrix agardhii* in ondiepe meren zal worden veroorzaakt door een hoge troebelheid. In een plas zal een hoge troebelheid in het algemeen het gevolg kunnen zijn van één of meer van de volgende factoren:

- (1) Een hoge voedselrijkdom (hypertrofie), met name door verhoogde gehalten van fosfaat, waardoor de algenbiomassa en daarmee de lichtabsorptie door chlorofyl-a toeneemt;
- (2) Een verlaagd achtergronddoorzicht als gevolg van de opwerveling van bodemdeeltjes door bodemwoelende vis;
- (3) Een verlaagd achtergronddoorzicht als gevolg van de aanwezigheid van kleurstoffen in het water, zoals humuszuren.

NB. Een hoge troebelheid is voorwaarde voor dominantie van *Planktothrix*, maar overmatige groei zal alleen op kunnen treden wanneer voldoende voedingsstoffen aanwezig zijn. Bij overlast door *Planktothrix* zal daarom in het algemeen (ook) sprake zijn van verhoogde gehalten van voedingsstoffen (factor 1). Uit een analyse van het optreden van algenbloeien in Nederlandse oppervlaktewater komt naar voren dat tijdelijke bloeien van *Planktothrix* in 75% van de gevallen optreden bij zomergemiddelde totaal-fosfaatgehalten hoger dan 0.11 mg P/l en persistente bloeien bij gehalten hoger dan 0.18 mg P/l (Bijkerk 2005, zie ook Tabel 1).

Tabel 1 Mediane waarden van fysisch-chemische variabelen tijdens bloei en afwezigheid van bloei van *Planktothrix agardhii* in ondiepe, Nederlandse plassen (persistente bloei: $\geq 10\ 000$ draden per ml, tijdelijke bloei: 4 000-10 000 draden per ml, $Z_s:Z_m$ = verhouding zichtdiepte mengdiepte).

Omschrijving	P _{totaal} mg/l	N _{totaal} mg/l	Chl a µg/l	Doorzicht m	N:P mg/mg	Z _s :Z _m
Persistente bloei	0.23	3.4	106	0.28	10.5	0.17
Tijdelijke bloei	0.19	3.3	84	0.32	15.9	0.23
Geen bloei	0.09	2.3	28	0.60	14.9	0.39

3 Huidige situatie

3.1 Ligging en ontstaan

Het recreatie- en natuurgebied Borgerswold ligt in de Groningse Veenkoloniën, in de gemeente Veendam. Het gebied grenst aan de oostzijde aan de bebouwde kom van Veendam en Wildervank. Ten noordwesten van het gebied ligt het lintdorp Borgercompagnie (figuur 2). Aan de westelijke zijde van het gebied bevindt zich een uitgestrekt veenkoloniaal, agrarisch gebied. Borgerswold betekent “*woud van de burgers*” en de realisatie van dit park is gestart in 1971. Het zand dat vrijkwam bij de realisatie van het recreatiepark is gebruikt voor de aanleg van de naastgelegen woonwijk Sorghvliet (Voorlichting Veendam, 1979). De aanleg is in etappes uitgevoerd. De zuidelijke zeilplas met de aanliggende woonwijk zijn als laatste gerealiseerd.



Figuur 2 Ligging van het recreatie- en natuurgebied Borgerswold in de gemeente Veendam. Het stukje land tussen de twee plassen in het noordelijke deel (A) van het gebied is in de huidige situatie verder uitgegraven dan hier op de foto aangegeven.

Voor ons onderzoek hebben we het gebied opgesplitst in drie delen: noord (A), midden (B) en zuid (C) (figuur 2). In het noordelijke deel bevinden zich twee vijvers. In de oostelijke vijver is aan de noordoostelijke oever de zwemlocatie ‘Koetshuis’ gelokaliseerd. Tevens bevindt zich hier sinds 2007 een waterskibaan, die zich over de gehele oostelijke

plas uitstrekt. Deze plas wordt in dit rapport ook wel Waterskiplas genoemd. De schiereilandjes die in figuur 2 nog te zien zijn, zijn voor de aanleg van de skibaan weg gegraven. De westelijke plas (ook wel Hondenvijver genoemd), is in dit rapport gekenmerkt als Aalscholverplas; in het midden van deze plas ligt een bebost eiland dat door Aalscholers wordt gebruikt als rustplaats. Ten westen van deze plas ligt een voormalige stortplaats (paragraaf 3.2). Het deel (B) van het gebied heeft een parkachtig karakter. Hierin liggen diverse, kleinere wateren, die met elkaar in verbinding staan. In het gebied zijn een volkstuincomplex, een multifunctioneel sportveld, een manege, een kinderboerderij en een uitkijktoren aanwezig. Het zuidelijke deel (C) omvat een grote plas met daaraan grenzend een woonwijk. In de woonwijk liggen diverse waterpartijen die in verbinding staan met de grote plas. Aan de noordkant van het zuidelijk deel ligt de zwemlocatie Langebosch.

3.2 Functies

Recreatie

Het Borgerswold kent een divers recreatief gebruik. Er worden meerdere watersporten bedreven, zoals zwemmen, waterskiën, kanoën en zeilen. Het zwemmen concentreert zich rond de zwemlocaties Koetshuis en Langebosch. In het beheersplan van het waterschap (WHA 2003) geldt voor beide locaties een zwemwaterfunctie. Het waterskiën beperkt zich tot de oostelijke plas van het noordelijk deel (deelgebied A). Kanoën vindt door het gehele gebied plaats. Op de zuidelijke, grote plas (deelgebied C, Langebosch) wordt gezeild en gevaren met motorboten. In het noordelijk deel (deelgebied A) en het tussengebied (deel B) geldt een vaarverbod. Het park wordt verder gebruikt om te wandelen, joggen en om de hond uit te laten. Voor fietsers is er een mountainbikeroute aangelegd. De aanwezige manege, kinderboerderij en volkstuinen, completeren de recreatieve functie.

Sportvisserij

In de waterpartijen wordt volop gevestigd, vooral op karper en algemene witvissoorten. Het karpervissen is vanwege overlast aan banden gelegd; 's nachts mag niet meer vanuit een tent gevestigd worden. In het beheersplan van het waterschap wordt voor het Borgerswold geen viswaterfunctie onderscheiden (WHA 2003).

Natuur

In het beleid heeft het Borgerswold geen natuurfunctie. Evenmin speelt het een rol in de ecologische structuur. Dat neemt niet weg dat het gebied mogelijkheden biedt voor natuurbeleving, voor liefhebbers van bijvoorbeeld vogels, vlinders, libellen, kikkers en paddenstoelen.

Afvalverwerking Veendam

Direct ten westen van de Aalscholverplas ligt een voormalige stortplaats van 35 ha (Afvalverwerking Veendam, AVV). Op deze locatie is in de periode 1976 tot 2001 huishoudelijk- en bedrijfsafval gestort. De stortplaats is destijds twee tot drie meter boven het maaiveld aangelegd, waardoor het afval droog opgeslagen kon worden.

In de eerste tien jaar waren geen beschermende voorzieningen voor bodem en grondwater aanwezig (Gemeente Veendam 1998). Na 1986 zijn de eerste

bodembeschermende voorzieningen aangebracht. Bij het aanbrengen van een tweede laag afval op de eerste werd de tweede laag voorzien van een onderafdichting. Hierdoor werd percolatie van hemelwater door de eerste laag afval tegen gegaan. In de daarop volgende jaren zijn er conform de eisen meer voorzieningen getroffen. Er is een drainage systeem in gebruik genomen, dat het vocht uit het afval opvangt en afvoert naar het riool. Inmiddels is de stortplaats niet meer in gebruik en is de bovenste laag afval tijdelijk afgedekt. In de huidige situatie is nog wel sprake van run-off, hemelwater dat via de afgedekte stortplaats afstroomt. Dit water wordt naar het achterste deel van de stortplaats geleid (oostzijde langs de Borgercompagnieweg) en komt daar in het oppervlaktewater terecht. Rondom de voormalige stortplaats ligt bovendien nog een ringsloot. In de periode 2009 tot 2011 zal de voormalige stortplaats 'volledig' afgedekt worden (mond. med. J. Koopmans, De Stainkoeln). Dit betekent dat er een kap over de stortplaats heen wordt gezet. Deze kap zal bestaan uit twee lagen: een minerale laag en een laag folie. Op deze wijze wordt extra veiligheid ingebracht en is de stortplaats volledig afgesloten. Over deze kap worden vervolgens een laag zand en daarna een laag grond aangebracht.

3.3 Morfologie

Oppervlakte en oeverlengte

Het volledige recreatie- en natuurgebied heeft een oppervlak van circa 450 hectare waarvan circa 120 hectare uit water bestaat. Tabel 1 geeft de oppervlaktes van de onderscheiden wateren en figuur 3 toont hun ligging.

Tabel 1 Oppervlakte en oeverlengte van de deelklassen onderscheiden in het recreatiegebied Borgerswold.

Omschrijving	Opp. (ha)	Oeverlengte (m)	Opmerkingen
Plas 1 (Aalscholverplas/Hondenvijver)	4,77	1476	Opp. minus eilandjes, oeverlengte inclusief eilandjes
Plas 2 (Koetshuis, Waterskiplas)	11,88	1900	
Plas 3	5,48	2064	
Plas 4 (Peerdewaske)	10,27	2771	Opp. minus eilandjes, oeverlengte incl. eilandjes
Plas 5 (Langebosch)	75,50	15840	Gehele plas inclusief water tussen bebouwing
A	2,92	3528	Al het water tussen plas 3, Heidepad, Fauna, Woldlaan
B1	1,96	1322	Vijver Reider Ae
B2	1,70	1870	Vijver ten Noorden Woortmanslaan
C	1,86	1348	De drie onder elkaar gelegen vijvers samen
D1	2,96	1934	
D2	0,61	466	
D3	0,37	435	
D4	0,71	573	
Totaal	120,99	35527	

Waterdiepte

De gemiddelde waterdiepte in het noordelijk deel A en tussengebied B bedraagt ongeveer 2 m. De zuidelijke plas (deelgebied C) is gemiddeld wat dieper: 2.5 m. Hier en daar bevinden zich diepere punten waar de waterdiepte circa 5 m bedraagt. Dit is bijvoorbeeld

het geval in de plas direct ten noorden van de Woortmanslaan (Peerdewaske, deelgebied B). Op een paar putten na is de waterbodembodem in het recreatiegebied vrij vlak.



Figuur 3 Ligging deelplassen waarvan oppervlakte en oeverlengte is bepaald (Foto: Google Earth).

Inrichting

De oevers in het Borgerswold zijn bijna volledig beschoeid (figuur 4), met uitzondering van grote delen van de west- en de zuidoever van de zuidelijke plas. Hier is sprake van een enigszins natuurlijke oever. De beschoeiing bestaat voornamelijk uit palen met daartussen houten schotten. In de zuidelijke plas komt ook stortstenen beschoeiing voor.

3.4 Waterhuishouding

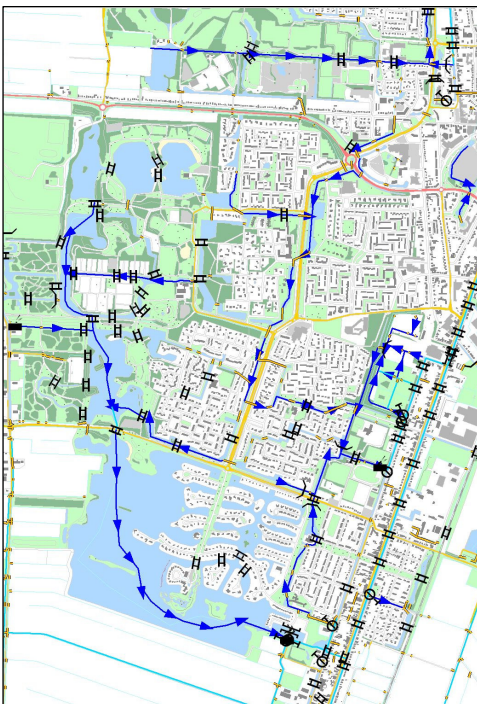
Het watersysteem van het Borgerswold kent een aan- en afvoersituatie, die gepaard gaat met een omkering van de stromingsrichting. Ruwweg vindt 's winters afvoer en 's zomers aanvoer plaats. Vermoedelijk is er 's winters sprake van een beetje kwel en 's zomers van een beetje wegzijging. Het peil wordt 's zomers gehandhaafd op N.A.P. +30 cm en 's winters op N.A.P. +20 cm. In de praktijk wordt alleen water ingelaten om ('s zomers) de verdamping te compenseren en het peil te handhaven. Er is geen duidelijke doorgaande stroming, geen doorspoeling en de verblijftijd van het water is lang (circa

3,3 jaar, bijlage II). Het aangevoerde water komt oorspronkelijk uit het IJsselmeer. Via het Van Starckenborghkanaal, Winschoterdiep, AG Wildervanck-kanaal en tenslotte het Ooster- en Westerdiep, komt dit water in het stedelijke oppervlaktewaterstelsel.



Figuur 4 Twee voorbeelden van beschoeiende oevers (links hout, rechts steen) op twee locaties in het recreatiegebied Borgerswold. (Foto's: Koeman en Bijkerk bv).

Inlaat van water gebeurt vanuit het noordoosten en vanuit het kanaal op een aantal punten (figuur 5). Via de sluis bij het gemaal Wildervank kan water vanuit het Westerdiep worden ingelaten. Water uit de Wildervanksterpolder wordt via dit gemaal op het Westerdiep gelaten en komt niet (direct) in het watersysteem Borgerswold. De wateren in het Borgerswold en de aangrenzende stadswateren staan met elkaar in verbinding via open doorgangen of duikers. Ten tijde van het onderzoek was een aantal duikers verstopt, waardoor zij nauwelijks water zullen hebben doorgelaten.



Figuur 5 Overheersende stroomrichting in de verschillende delen van het watersysteem Borgerswold. (Bron: Waterschap Hunze en Aa's)

3.5 Beheer

De grasvelden in het Borgerswold (deelgebieden A en B) worden twee keer per jaar gemaaid. Hierbij wordt, waar mogelijk, ook de oevervegetatie meegenomen, om de groei van opslag te vermijden (mond. med. J. Bloem). De beschoeiing van het Borgerswold wordt sinds circa tien jaar niet meer onderhouden. Op deze wijze wordt getracht meer natuurlijke oevers te verkrijgen. In de plassen en watergangen vindt geen regelmatig onderhoud plaats in de vorm van maaien van watervegetatie, schonen of baggeren.

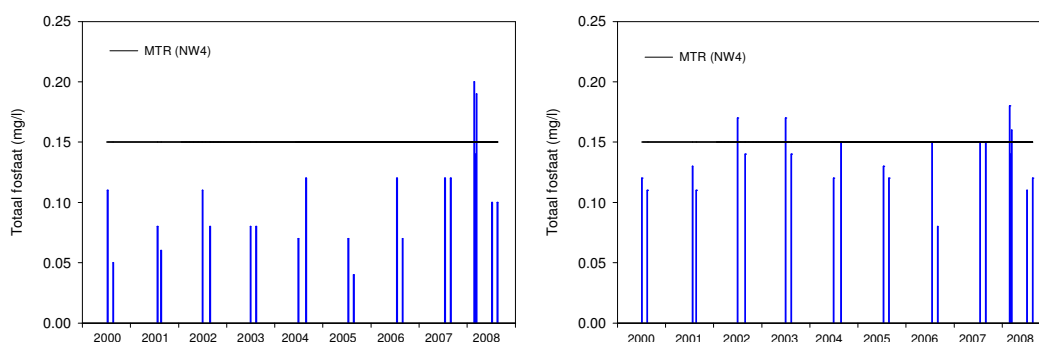
3.6 Waterkwaliteit

3.6.1 Ontwikkeling in de periode 2000-2008 (variatie in de tijd)

In het verleden is op diverse punten in en om het Borgerswold de waterkwaliteit onderzocht. Op de zwemlocaties Koetshuis (meetpuntcode 3403) en Langebosch (meetpuntcode 3402) zijn ieder jaar verschillende parameters gemeten. De frequentie waarmee dit is gedaan verschilt echter per monsterpunt.

Fosfaat

Het totaal fosfaatgehalte is op de locatie Koetshuis structureel lager dan op de locatie Langebosch (figuur 6). Bij het Koetshuis kwam het fosfaatgehalte in de periode 2000 – 2007 niet boven de norm van 0,15 mg/l (MTR-waarde, Vierde Nota Waterhuishouding). In 2008 was dat voor het eerst wel het geval. In het begin van dat jaar liepen de gehalten op tot 0,20 mg P/l. Vanaf maart lag het gehalte weer onder de MTR-norm. Te Langebosch zijn al vanaf 2002 met regelmaat overschrijdingen van de norm gesignaleerd. De landelijke streefwaarde voor meren van 0,05 mg P/l, is alleen in het Koetshuis een enkele keer bereikt. In 2000 en in 2005 werd hier een fosfaatgehalte van respectievelijk 0,05 en 0,03 mg P/l gemeten (figuur 6). In het algemeen is het fosfaatgehalte in het begin van het jaar het hoogst. In de loop van het jaar neemt het gehalte af als gevolg van sedimentatie van fytoplankton en transfer naar hogere trofische niveau's, zoals bodemdieren en vissen.

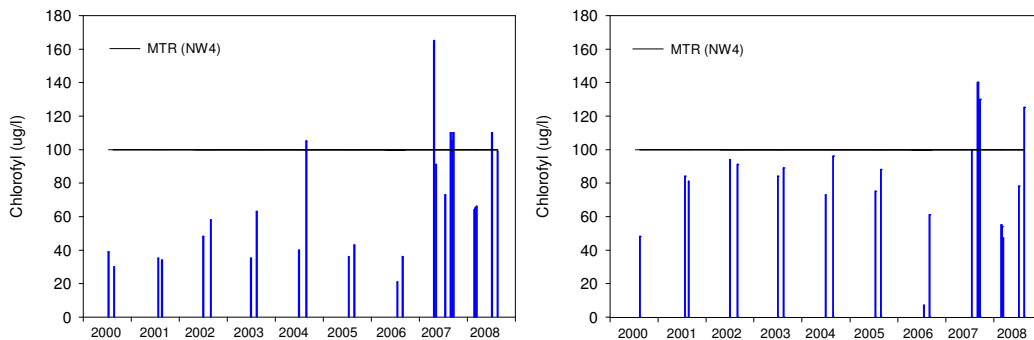


Figuur 6 Ontwikkeling fosfaatgehalte op de zwemlocaties Koetshuis (links) en Langebosch (rechts) in de periode 2000 – 2008. Analyses van fosfaatgehalten zijn in 2007 en 2008 niet zo frequent uitgevoerd als analyses van chlorofyl a (vergelijk met figuur 7).

Opvallend zijn de relatief hoge fosfaatgehalten in het begin van 2008. Op beide locaties werden niet eerder sinds 2000 zulke hoge fosfaatgehalten gemeten. Een mogelijke oorzaak hiervan is een grotere inlaat van water vanuit de boezem, als gevolg van het relatief droge voorjaar van 2008. De overige monsterpunten van het waterschap liggen in het Oosterdiep en in de stadswateren ten oosten van het Borgerswold die deels in verbinding staan met de plassen in het Borgerswold. Het fosfaatgehalte op deze punten varieerde in de afgelopen jaren behoorlijk en lag over het algemeen een stuk hoger dan in het Borgerswold zelf. Er zijn globaal waarden gemeten tussen de 0,2 en 0,4 mg/l met af en toe een uitschieter naar 0,5 mg/l.

Chlorofyl

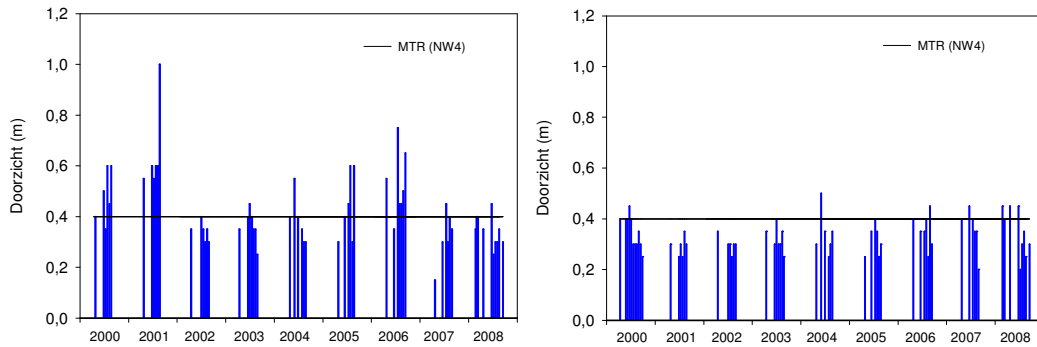
Metingen van het chlorofyl-a-gehalte wijzen uit dat het gehalte op de locaties Koetshuis en Langebosch tot 2007 niet boven de MTR-waarde van 100 µg/l (NW4) kwam, behalve in augustus 2004, op de locatie Koetshuis (figuur 7). In de periode 2005 – 2007 zijn de laagste concentraties gemeten. Daarna is het chlorofyl-a-gehalte op beide locaties toegenomen. In 2007 en 2008 was zelfs geregeld sprake van een overschrijding van de MTR-norm op beide locaties. De hoogste concentratie is gemeten op het meetpunt Koetshuis in april 2007 en bedraagt 165 µg/l). Op de locatie Langebosch werd een hoogste gehalte gemeten in de nazomer van 2007, met een waarde van 140 µg/l.



Figuur 7 Ontwikkeling chlorofylgehalte op de zwemlocaties Koetshuis (links) en Langebosch (rechts) in de periode 2000 – 2008. Chlorofyl-analyses zijn in 2007 en 2008 frequenter uitgevoerd dan analyses van fosfaat (vergelijk met figuur 6).

Doorzicht

In de periode 2000 – 2001 was een doorzicht van meer dan 0,4 m normaal op de locatie Koetshuis. Sindsdien is deze MTR-norm vaker niet dan wel gehaald (figuur 8). Na een relatief “heldere” periode 2005 – 2006 is het doorzicht sinds begin 2007 op de meeste tijdstippen lager geweest dan 0,4 m. Op de locatie Langebosch is het doorzicht gedurende 2000 – 2008 vrijwel steeds lager geweest dan de MTR-waarde van 0,4 m. Met waarden overwegend tussen 0,2 en 0,4 m is de variatie in het doorzicht op de locatie Langebosch veel minder groot dan bij het Koetshuis. Waarden van 0,2 à 0,3 m zijn bijzonder laag en karakteristiek voor sterk geëutrofiëerde plassen of ondiepe plassen waar veel opwerveling van bodemslib optreedt. In de aanliggende stadswateren is het doorzicht over het algemeen wat hoger dan in de plassen van het Borgerswold zelf.



Figuur 8 Ontwikkeling doorzicht op de zwemlocaties Koetshuis (links) en Langebosch (rechts) in de periode 2000 – 2008

3.6.2 Variatie binnen het Borgerswold (variatie in de ruimte)

Waterfase

De fosfaatgehalten in de waterfase lagen in november 2008 op de meeste meetpunten onder de MTR-waarde van 0,15 mg P/l (figuur 9). In drie gevallen werd deze waarde wel bereikt of zelfs overschreden. Dat gebeurde in de Aalscholverplas (deelgebied A: 0,15 mg P/l), in de woonwijk Sorghvliet (0,17 mg/l) en op het meetpunt DKBWAT13 in de noordoostelijke hoek van het studiegebied (0,24 mg P/l). In geen enkel geval werd de landelijke streefwaarde voor meren van 0,05 mg P/l bereikt.



Figuur 9 Fosfaatgehalten (mg/l) op verschillende locaties in het Borgerswold, in november 2008. Op de punten aangegeven in groen is de kans op een bloei van *Planktothrix* laag ($P_{\text{totaal}} \leq 0,09$ mg/l, zie intermezzo op pagina 12). Op de punten aangegeven in geel/oranje is het fosfaatgehalte hoger, maar niet zo hoog dat er tijdelijke bloeien worden verwacht. Op de punten aangegeven in rood wordt de MTR-waarde voor fosfaat overschreden en is de kans reëel op een bloei van *Planktothrix* (Foto: Google Earth).

3.7 Waterbodems en sliblaag

Nederlandse waterbodems gelden als voedselrijk (eutroof) wanneer het fosfaatgehalte hoger is dan 1 360 mg P/kg droge stof en de P:Fe verhouding minimaal 0,055 kg/kg bedraagt (= Fe:P van 18 kg/kg; Tonkes 2006). Op grond van de metingen in november 2008 kan de waterbodem in het Borgerswold daarom niet gekarakteriseerd worden als eutroof (tabel 2). Het laagste fosfaatgehalte werd gemeten in de waterbodem van de locatie Koetshuis (43 mg P/kg droge stof, DKBSED01). De hoeveelheden elders varieerden van 79 tot 263 mg/kg droge stof, met de hoogste gehalten in het gebied tussen de locaties Koetshuis en Langebosch in (deelgebied B, plas 4). Het ijzergehalte in de sedimentmonsters varieerde van 2000 tot 7700 mg Fe/kg droge stof, terwijl de P:Fe-verhouding tussen de 0,022 en 0,045 lag. Naar verwachting zal onder aërobe condities dan ook geen nalevering van fosfaat plaatsvinden (Tonkes 2006).

Tabel 2 IJzer- en fosfaatgehalten op verschillende meetpunten in de waterbodem van het Borgerswold.

Meetpuntcode*	X-coord.	Y-coord.	tP (mg/kg ds)	Fe (mg/kg ds)	P:Fe (mg/mg)	Fe:P (mg/mg)	Sliblaag (cm)	Zandrest (%)
DKBSED01	252,862	569,699	43	2000	0,022	47	1	99
DKBSED02	252,340	569,624	79	2100	0,038	27	2	98
DKBSED03	252,272	569,008	204	4500	0,045	22	2	95
DKBSED04	252,259	568,748	263	6400	0,041	24	15	89
DKBSED06	252,520	568,295	203	7000	0,029	34	5	94
DKBSED07	252,716	567,746	137	5800	0,024	42	10	96
DKBSED08	252,497	567,207	192	7700	0,025	40	5	95
DKBSED09	253,335	567,416	97	3400	0,029	35	5	97

* Zie bijlage I voor een overzicht van de ligging van de monsterpunten in het studiegebied.

De sliblaag in de grotere plassen bleek in de meeste gevallen vrij dun te zijn (1 – 5 cm). Alleen in de diepere delen van Langebosch is wat meer slib aanwezig (≤ 10 cm). In de woonwijk, met name in de oudere singels van Sorghvliet is een beduidend dikkere sliblaag aangetroffen (≥ 15 cm). De aard van de bodem is een zandbodem in de nieuwere plassen en een veenbodem in de ondiepere, oudere singels en de omliggende vaarten.

3.8 Toevoer van voedingsstoffen

De berekening van de fosfaatbelasting inclusief aannames is uitgewerkt in bijlage II. Voor het natte oppervlak van Borgerswold als geheel is berekend:

- Belasting door riooloverstorten: 0,680 mg P.m⁻².d⁻¹
- Belasting door inlaatwater: 0,110 mg P.m⁻².d⁻¹
- Belasting door ganzen: 0,068 mg P.m⁻².d⁻¹
- Belasting door honden: 0,066 mg P.m⁻².d⁻¹
- Belasting door aalscholvers: 0,014 mg P.m⁻².d⁻¹
- Belasting door recreatieve visserij (visvoer) 0,004 mg P.m⁻².d⁻¹
- Nalevering vanuit de waterbodem: 0,000 mg P.m⁻².d⁻¹

Voor de Aalscholverplas afzonderlijk is de volgende belasting afgeleid:

- Belasting Aalscholverplas (Aalscholwers en inlaat): $0,340 \text{ mg P.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$

De fosfaatbelasting ten gevolge van het uitlaten van honden in het recreatiegebied is onzeker en gebaseerd op de aanname dat vanuit een gemiddelde woonwijk 240 kg P per jaar in het oppervlaktewater terecht komt, door afspoeling van hondenpoep (Moser 2000 in Bosker *et al.* 2003). Dit zou een belasting van maar liefst $0,66 \text{ mg P.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ tot gevolg hebben. Dit lijkt ons dermate onwaarschijnlijk, dat wij gekozen hebben voor een waarde die een factor tien lager is en overeenkomstig aan de belasting door ganzen. Er zijn geen gegevens beschikbaar over het aantal honden in de wijken die afwateren op het Borgerswold. Nalevering van fosfaat uit de bodem wordt niet verwacht, op basis van de hoge Fe:P verhouding en de aanname dat de waterbodem in de bovenste zone aerob is.

3.9 Waterplanten

Ondergedoken en drijvende waterplanten komen in het Borgerswold maar weinig voor. Alleen in de wat oudere wateren, de stadswateren en langs enkele oevers in het Borgerswold zelf, komt wat Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*) en Sterrekroos (*Callitriche* sp.) voor. In enkele zijslotjes en hoekjes vonden we exemplaren van Drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*). Op verschillende plekken in deelgebied B zijn exemplaren van Krabbescheer (*Stratiotes aloides*) gezien, die hier zijn uitgezet. De oevers van het Borgerswold zijn veelal beschoeid. De bedekking van watergebonden oeverplanten zoals Riet is laag. In de zuidelijke plas komen wel oevers met Riet en Grote egelskop voor, maar het deel wat echt in het water staat is in het algemeen beperkt.

3.10 Vis

Opmerkingen vooraf

Van belang voor de interpretatie van de bestandsopname van vis is het feit dat de vis zich ten tijde van de bemonstering (december 2008) in de winterclustering bevond. Door deze winterclustering is de verspreiding van vis in de winter minder homogeen dan in de zomermaanden. Aangezien er bij een bestandsopname altijd maar een klein deel van het totale wateroppervlak bevestigd wordt, zullen bemonsteringen in de winter in het algemeen minder betrouwbaar zijn dan bemonsteringen in de zomer. Op grond van het verloop van de bevissing, waarbij een belangrijke clusterplaats werd ontdekt en bemonsterd, nemen wij aan dat de resultaten toch een vrij goed beeld geven van de visstand in het Borgerswold (zie tabel 3 en 4 en bijlage III).

Op basis van de habitatdiversiteit en de diversiteit in de visstand is voor de bestandsschattingen een indeling gemaakt in drie deelgebieden:

- 1) Open water Borgerswold, zonder diepe put Peerdewaske;
- 2) Open water diepe put;
- 3) Oevers Borgerswold.

Resultaten bestandschatting totaal

In totaal zijn in het Borgerswold dertien vissoorten aangetroffen. Eurytope soorten (soorten zonder specifieke habitatvoorkeur) komen verreweg het meest voor. De dominante soort is Brasem, zowel qua gewicht als qua aantal. Deze soort wordt op afstand gevolgd door (kleine) Blankvoorn en Karper. Er is weinig roofvis aanwezig in het Borgerswold; Snoek en Snoekbaars werden slechts in lage aantallen aangetroffen. Ook van de plantminnende vissoorten werden slechts kleine hoeveelheden gezien. Alleen van Zeelt en Ruisvoorn werden enkele exemplaren gevangen. Het lage aandeel plantminnende vis in het totaalbestand is verklaarbaar gezien de inrichting en de geringe hoeveelheid waterplanten in het gebied.

Tabel 3 Totaal visbestand per lengteklasse in recreatiegebied Borgerswold. Gewicht zijn gepresenteerd in kg/ha, dichtheden in aantal/ha.

Soort	Totaal		0+		>0+-15		16-25		26-40		>=41			
	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal		
Brasem (<i>Abramis brama</i>)	87,3	2173	2,9	960	16,2	1072	3,7	80	5,5	11	59,0	50		
Karper (<i>Cyprinus carpio</i>)	15,1	2									15,1	2		
Blankvoorn (<i>Rutilus rutilus</i>)	11,9	688	0,6	175	10,2	490	1,2	24						
Graskarper (<i>Stenopharyngodon idella</i>)	5,8	1									5,8	1		
Snoekbaars (<i>Stizostedion lucioperca</i>)	5,2	3	0,0	1	0,0	0	0,0	1			5,2	1		
Kolblei (<i>Blicca bjoerkna</i>)	2,4	92			1,9	87	0,5	6						
Zeelt (<i>Tinca tinca</i>)	1,3	2			0,0	0	0,1	1	0,3	0	0,8	1		
Pos (<i>Gymnocephalus cernua</i>)	0,4	94	0,1	38	0,3	56								
Ruisvoorn (<i>Rutilus rhythrophthalmus</i>)	0,3	11	0,0	0	0,2	10	0,1	1						
Baars (<i>Perca fluviatilis</i>)	0,1	19	0,1	16	0,1	3	0,0	0						
Aal (<i>Anguilla anguilla</i>)	0,1	0									0,1	0		
Vetje (<i>Leucaspis delineatus</i>)	0,0	2	0,0	0	0,0	2								
					0 - 15	0 - 15	16 - 35	16 - 35	36 - 44	36 - 44	45 - 54	45 - 54	55 >=	55 >=
Snoek (<i>Esox lucius</i>)	8,1	7			0,3	3	0,1	0	0,3	0	7,4	3		
Totaal:	138	3094												

Bestandsopbouw

De bestandsopbouw van Brasem is enigszins scheef. Er lijkt vis te ontbreken in de klassen 16-25 cm en 26-40 cm (tabel 3). Dit kan een effect van predatie door Aalscholvers zijn, maar het is ook mogelijk dat de vis in deze lengteklasse zich ten tijde van de bemonstering ergens anders heeft opgehouden.

Verder is het opvallend dat er nauwelijks Blankvoorn is aangetroffen boven de 15 cm. Ook Baars lijkt klein te blijven in het Borgerswold. Dit wijst op dwerggroei. In deze situatie blijven vissoorten kleiner en zijn ze eerder geslachtsrijp. Dwerggroei is vaak het gevolg van een beperkt voedselaanbod, maar er zijn ook aanwijzingen dat predatie door bijvoorbeeld Aalscholver een rol kan spelen (Wijmans & Weijman 2008). De bemonstering heeft niet laten zien dat er sprake is van een voedseltekort, echter de hoeveelheid kleine vis is enorm te noemen. In de zomer is er vooral in de Waterskiplas (deelgebied A) zeer veel kleine vis aanwezig (mond. med. J. Bloem).

Resultaten per deelgebied

Tussen de verschillende deelgebieden blijken grote verschillen te bestaan (tabel 4). Dit heeft voor een groot deel te maken met de winterclustering. Een groot deel van de vis bevond zich in een diepe put, gelegen in de plas Peerdewaske. Deze put is bemonsterd is met de kuil. Opvallend is dat de kuilvangst, die zeer veel vis opleverde, voor het overgrote

deel bestond uit kleine vis tot 15 cm (voornamelijk brasem). Daarnaast werden enkele snoeken en een behoorlijk aantal grote brasems gevangen. In de rest van het open water, dat met de zegen bevestigd is, waren de vangsten matig. De zegenvangsten bestonden voornamelijk uit brasem, (kleine) blankvoorn, pos en een enkele snoekbaars. Een trek in het noordelijk deel (Aalscholverplas) leverde vrij veel vis op, waaronder een aantal grote schubkarpers en graskarpers.

Tabel 4 Resultaat schatting totaalbestand per deelgebied en per lengteklasse in het recreatiegebied Borgerswold. Gewichten zijn gepresenteerd in kg/ha, dichtheden in aantal/ha.

Soort	Open water Borgerswold		Open water diepe put		Oevers Borgerswold	
	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal
Aal (<i>Anguilla anguilla</i>)					1,0	2
Baars (<i>Perca fluviatilis</i>)	0,0	1			2,6	342
Brasem (<i>Abramis brama</i>)	63,0	168	1438,1	100375	0,2	4
Blankvoorn (<i>Rutilus rutilus</i>)	1,0	48	475,4	29071	27,5	1133
Graskarper (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	6,2	1				
Karper (<i>Cyprinus carpio</i>)	10,3	1	278,2	32		
Kolblei (<i>Blicca bjoerkna</i>)	0,0	0	119,6	4580		
Pos (<i>Gymnocephalus cernua</i>)	0,2	42	11,1	2704	0,1	11
Ruisvoorn (<i>Rutilus rhythrophthalmus</i>)					5,1	207
Snoek (<i>Esox lucius</i>)	0,4	1	346	159	15,1	57
Snoekbaars (<i>Stizostedion lucioperca</i>)	3,7	3	88,2	32		
Vetje (<i>Leucaspis delineatus</i>)	0,0	0			0,0	35
Zeelt (<i>Tinca tinca</i>)	0,7	1			11,0	28
Totaal	85,5	266	2756,6	136953	62,6	1819

De hoeveelheid vis verschilt sterk met de aard van de oever. Veel vis troffen we aan langs oevers met oeverplanten, met vervallen beschoeiing of steigers. Geen of weinig vis vonden we langs oevers waar een strakke, goed onderhouden beschoeiing aanwezig was. Verder viel op dat op ogenschijnlijk aantrekkelijke plekken met in het water hangende takken nauwelijks vis aanwezig was. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat onder de takken toch relatief weinig structuur aanwezig is, waardoor de werkelijke dekking beperkt is.

De elektrovangsten in de 'stadswateren' die in verbinding staan met het recreatiegebied, gaven een wat ander beeld van de visstand dan de elektrovangsten in het Borgerswold zelf. In de stadswateren lijken plantminnende soorten als Ruisvoorn en Zeelt relatief gezien wat meer voor te komen. Daarnaast werden op enkele plekken vrij grote scholen van Blankvoorn aangetroffen, vermoedelijk zijn dit overwinterplekken. In het recreatiegebied zelf werd in de oeverzone voornamelijk kleine Blankvoorn en kleine Brasem of Kolblei aangetroffen. Kleine Baars werd overal in het studiegebied langs de oevers gevangen.

3.11 Watervogels

In het Borgerswold komen veel watervogels voor, waaronder Aalscholwers, Canada-ganzen en eenden. De grootte van de Aalscholverpopulatie wordt geschat op ongeveer zestig vogels (mond. med. J. Bloem). Deze zijn bijna het hele jaar, behalve gedurende het broedseizoen, in het recreatiegebied aanwezig. De aalscholwers zijn de rest van het jaar ook zijn niet altijd de hele dag aanwezig. Ze gaan met grote regelmaat naar de kleinere

stadsvijvers om te fourageren. Rusten/slappen gebeurt wel bijna altijd op het eiland in de Aalscholverplas (deelgebied A) en op het eiland in de vijver met de diepe kuil (Peerdewaske, deelgebied B). Verder is er permanent een groep van ongeveer 150 Canadese ganzen aanwezig in het Borgerswold. Deze bewegen zich voornamelijk op en nabij de grote plas(Langebosch) en de vijver met de diepe kuil. Hierbij komt een populatie nijlganzen van ongeveer 100 stuks. Deze vogels komen verspreid voor in alle vijvers van het Borgerswold. Tenslotte zijn er, met name gedurende de herfst en winter, enkele honderden wilde eenden in het gebied aanwezig. Ze houden zich voornamelijk op in het zuiden van het recreatiegebied, bij de zwemlocatie Langebosch, maar kleinere groepen wilde eenden worden ook wel in de overige vijvers van het recreatiegebied aangetroffen.

4 Oorzaken blauwalgbloei

In hoofdstuk 2 is aangegeven dat de oorzaken van de bloei van *P. agardhii* achterhaald kunnen worden door antwoord te geven op de volgende vragen:

- Wat is de oorzaak van de hoge troebelheid in het Borgerswold?
- Wat is de oorzaak van het te hoge fosfaatgehalte in het Borgerswold?

Met deze vragen in het achterhoofd zijn de verzamelde gegevens geanalyseerd.

4.1 Fosfaatgehalte

Eutroof-hypertroof

De fosfaatgehalten in het Borgerswold liggen ver boven de landelijke streefwaarde voor meren (0,05 mg P/l) en rond de grens tussen eutroof en hypertroof (0,10 mg P/l). Bij deze gehalten zijn persistente *Planktothrix*-bloeien echter niet te verwachten, wel tijdelijke. Relatief hoge fosfaatgehalten, waarbij een aanhoudende bloei wel kan optreden, komen alleen voor in de Aalscholverplas, in de stadswateren en in het Ooster- en het Westerdiep, van waaruit water wordt aangevoerd.

Fosfaatbronnen

Voor zeven mogelijke fosfaatbronnen is berekend wat ze bijdragen in de totale belasting op het gehele watersysteem van 120 ha (zie bijlage II):

- | | |
|---|---|
| • Belasting door riooloverstorten: | 0,680 mg P.m ⁻² .d ⁻¹ |
| • Belasting door inlaatwater: | 0,110 mg P.m ⁻² .d ⁻¹ |
| • Belasting door ganzen: | 0,068 mg P.m ⁻² .d ⁻¹ |
| • Belasting door hondenpoep: | 0,066 mg P.m ⁻² .d ⁻¹ |
| • Belasting door aalscholvers: | 0,014 mg P.m ⁻² .d ⁻¹ |
| • Belasting door recreatieve visserij (visvoer) | 0,004 mg P.m ⁻² .d ⁻¹ |
| • Nalevering vanuit de waterbodem: | 0,000 mg P.m ⁻² .d ⁻¹ |

Aangenomen dat de belasting door honden mogelijk overschat is, maar rekening houdend met nog kleine posten door afspoelend hemelwater en bladval, lijkt een schatting van circa 1,0 mg P.m⁻².d⁻¹ niet onwaarschijnlijk.

Invloed vuilstort

De rol van de vuilstort als fosfaatbron was met de beschikbare gegevens niet te kwantificeren, maar is vermoedelijk niet groot.

De invloed van de vuilstort was met de beschikbare gegevens niet te kwantificeren.

Kritische fosfaatbelasting

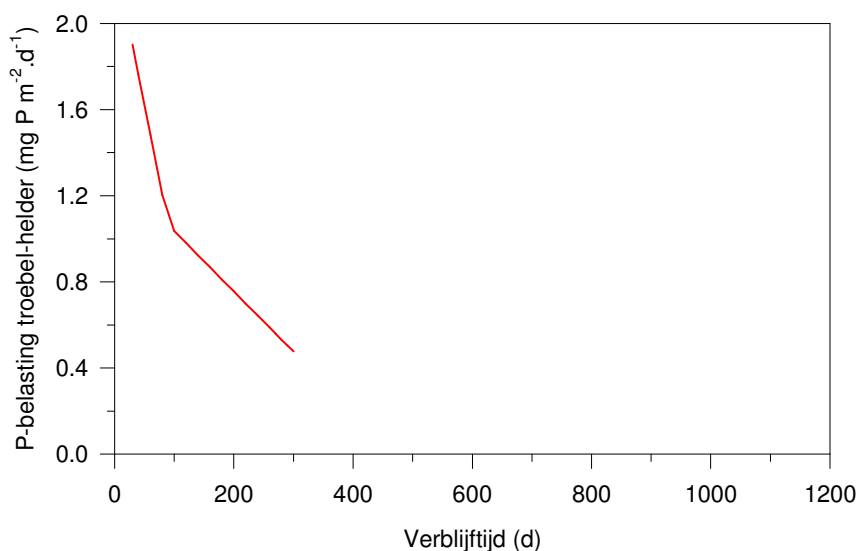
De kritische fosfaatbelasting op het omslagpunt van helder naar troebel water ligt voor een range van meertypen tussen 0,27 en 16,44 mg P.m⁻².d⁻¹. Voor de omslag van een

troebele naar een heldere toestand is een lagere belasting vereist, die ligt tussen 0,27 en 8,22 mg P.m⁻².d⁻¹ (MNP 2008a).

De kritische fosfaatbelasting is dus niet voor elk meer gelijk, maar (MNP 2008b):

- neemt af met toenemende diepte,
- neemt af met toenemende verblijftijd,
- neemt af met toenemende oppervlakte of strijklengte.

Met het programma PC-Lake, ontwikkeld door het RIVM (thans MNP) kan geen schatting worden gemaakt van de kritische fosfaatbelasting van het Borgerswold, omdat de zeer lange verblijftijd van 3,3 jaar buiten de parameterranges van dit model valt. Uit iteraties met dit model voor een Borgerswold-situatie (oppervlakte 120 ha, diepte 2,2 m) met verblijftijden tussen 30 en 300 dagen, kunnen we afleiden dat de kritische fosfaatbelasting bij langere verblijftijden lager zal zijn dan 0,4 mg P m⁻².d⁻¹ (figuur 10).



Figuur 10 Relatie kritische fosfaatbelasting en verblijftijd voor een meer met een oppervlakte en een gemiddelde diepte als Borgerswold.

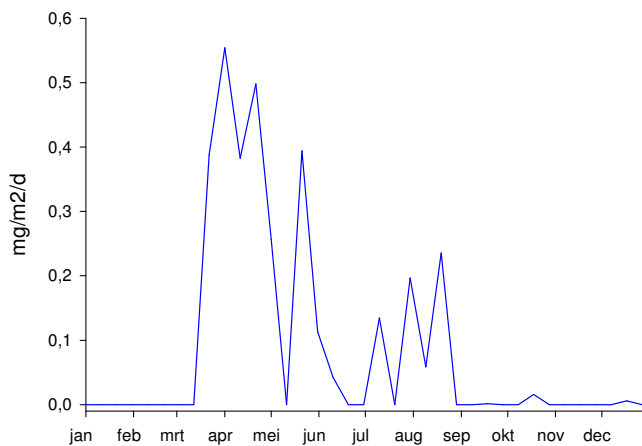
Lokale verschillen in belasting

Lokaal bestaan er behoorlijke verschillen in de fosfaatbelasting. Zo zal de belasting van de Aalscholverplas door de aanwezigheid van Aalscholvers substantieel hoger zijn dan in de rest van het gebied: 0,34 mg P.m⁻².d⁻¹.

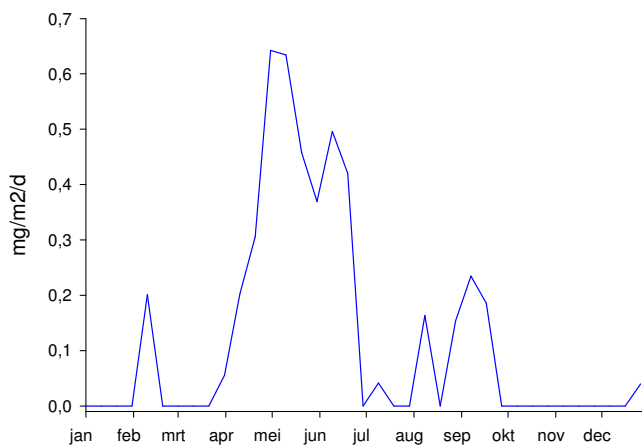
In de Aalscholverplas is ook gasvorming waargenomen (methaan), wat duidt op anaerobe condities in de waterbodem. Onder anaerobe condities wordt ammonium minder snel omgezet in nitriet of nitraat. Ammonium stimuleert de groei van algen, omdat algen deze vorm van stikstof efficiënter kunnen omzetten in biomassa, dan nitraat. Bovendien leidt een zuurstofloze bodemtoplaag tot mobilisatie van fosfaat en tot een extra post in de fosfaatbelasting.

Seizoensverschillen in belasting

Verder is de fosfaatbelasting door inlaatwater niet gelijkmatig over het jaar verdeeld. Deze beperkt zich tot perioden waarin sprake is van een verdampingoverschot (figuur 11 en 12). De voorjaren van 2007 en 2008 waren erg droog (KNMI). In 2008 bijvoorbeeld was er in Noord-Nederland sprake van een verdampingoverschot van gemiddeld 250 mm over de periode februari - april. In die perioden zal er veel water zijn ingelaten en kan de belasting enkele weken tot boven $0,3 \text{ mg P m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ hebben gelegen.



Figuur 11 Bijdrage van het inlaatwater aan de fosfaatbelasting in het Borgerswold in 2007.



Figuur 12 Bijdrage van het inlaatwater aan de fosfaatbelasting in het Borgerswold in 2008.

4.2 Lichtklimaat

Doorzicht

In paragraaf 3.6 staan grafieken met het doorzicht van de zwemlocaties Langebosch en Koetshuis in de periode 2000 - 2008. Hieruit blijkt dat in de afgelopen periode nooit sprake is geweest van een groot doorzicht. Meestal ligt het doorzicht op locatie Koetshuis tussen 0,3 en 0,5 m en op locatie Langebosch tussen 0,3 en 0,4 m. Alleen op de zwemlocatie Koetshuis werd incidenteel een hoger doorzicht gemeten. Dit betekent dat ook vóór de blauwalgbloei al sprake was van een min of meer vertroebelde situatie.

Bij een fosfaatgehalte van omstreeks 0.08 mg P/l is een chlorofyl-a-gehalte van weinig meer dan 60 µg/l te verwachten (alleen bij *Planktothrix* kan dit oplopen tot circa 100 µg/l (Portielje & Van der Molen 1999). Bij een chlorofyl-a-gehalte van 60 µg/l kan men een doorzicht krijgen van circa 0.4 m in meren ondieper dan 1,5 m en circa 0,6 m in meren tussen 1,5 en 4 m diep (Portielje & Van de Molen 1999). Hieruit kan men afleiden dat het lage doorzicht waarschijnlijk het gevolg zal zijn van algengroei en niet of slechts in geringe mate het gevolg van opwerveling van slibdeeltjes door bodemwoelende vis.

Vis

Bodemwoelende vis lijkt in het Borgerswold een minder groot probleem te zijn. De totale biomassa van Brasem bedraagt ruim 90 kg/ha, wat niet extreem hoog is voor een dergelijk systeem. Ook de hoeveelheid Karper lijkt niet groot. Hierbij moet in gedachten worden gehouden dat de visstandbemonstering in de winter is uitgevoerd, waardoor een deel van het bestand mogelijk bij de bemonstering 'gemist' is. De waterbodem in deelgebied A en B van het Borgerswold bestaat voornamelijk uit zand, waardoor het bodemwoelend effect van de aanwezige vis beperkt blijft. In deelgebied C, de zwemlocatie Langebosch, ligt op de bodem wel een sliblaag van enige dikte, waardoor er een effect van bodemwoelende vis kan worden verwacht. In het gebied is veel kleine (planktivore) vis, zoals kleine brasem en blankvoorn, aanwezig. Het bestand roofvis zoals dit is aangetroffen tijdens de vangsten, is naar verwachting niet in staat de aangroei van deze kleine vis te beteugelen. Door de grote hoeveelheid planktivore vis is de predatie op zoöplankton in het Borgerswold groot. De ontwikkeling van een populatie van grote watervlooien, in staat om *P. agardhii* te begrazen, zal hierdoor bemoeilijkt worden.

Strijk lengte

De strijk lengte van een meer is één van de factoren die van invloed is op de mate waarin de wind bodemmateriaal kan opwoelen. In de deelgebieden A en B is sprake van een relatief korte strijk lengte. Bovendien liggen deze gebieden beschut. Hierdoor zal de wind hier nauwelijks bodemmateriaal op kunnen wervelen. In de zuidelijke plas (Langebosch) is de strijk lengte veel groter. Bovendien ligt deze plas niet beschut. In deze plas speelt de wind waarschijnlijk wel een rol bij de opwerveling van bodemmateriaal.

4.3 Overige oorzaken

Waterskibaan

In 2007 is in deelgebied A een waterskibaan aangelegd. Onderwater is hierdoor niet veel veranderd. Wel is ten behoeve van de aanleg van deze waterskibaan het stukje land wat

de plas voorheen in tweeën deelde (figuren 2 en 3) weg gegraven. Vermoedelijk is het achtergronddoorzicht hierdoor tijdelijk verslechterd, net genoeg om de blauwalg *Planktothrix* voldoende competitief voordeel te geven om zich in deze plas te kunnen uitbreiden. Eenmaal gevestigd zorgt deze soort zelf voor de benodigde troebelheid.

Inrichting en beheer

De oevers van het Borgerswold zijn bijna volledig beschoeid. Doordat het langs de oevers veelal vrij snel diep wordt, zullen waterplanten moeite hebben zich te vestigen en zich verder te ontwikkelen. De ontwikkeling van rietkragen en ondergedoken vegetatie is dan ook zeer beperkt. De inrichting van het Borgerswold zal niet de directe oorzaak zijn van de blauwalgbloei, maar zorgt er mede voor dat de huidige situatie in stand gehouden wordt. Het beheer in het Borgerswold is vrij extensief en zal geen rol hebben gespeeld bij de huidige situatie van blauwalgbloei.

4.4 Conclusies oorzaken blauwalgbloei

Er is één hoofdoorzaak voor de blauwalgbloei in het het grootste deel van het Borgerswold: een te hoge fosfaatbelasting. Alleen voor de plas Koetshuis is waarschijnlijk een extra trigger nodig geweest, in de vorm van een tijdelijk verhoogde troebelheid, veroorzaakt door de aanleg van de waterskibaan in voorjaar 2007.

Berekend is dat de fosfaatbelasting boven de zogenaamde kritische belasting van maximaal $0,4 \text{ mg P m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ligt. Boven dit niveau verkeert een meer in de troebele toestand, waarbij blauwalgbloei tot de mogelijkheden behoort.

Er zijn drie belangrijke bronnen van fosfaatbelasting op het gehele meer:

- 1) De vijf riooloverstorten in het oostelijk deel van het gebied ($0,680 \text{ mg P} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$);
- 2) Het inlaatwater voor peilbeheer ($0,110 \text{ mg P} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$); door de droge voorjaren in 2007 en 2008 is relatief veel water ingelaten;
- 3) Ganzen en aalscholvers ($0,082 \text{ mg P} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$).

Nalevering van fosfaat door de bodem speelt waarschijnlijk geen rol, behalve waarschijnlijk in de Aalscholverplas.

De volgende factoren hebben waarschijnlijk een effect maar zijn van minder groot belang, onzeker qua omvang, of dragen bij aan het instandhouden van de huidige situatie:

- De invloed van hondenpoep is wat onzeker, omdat er geen nauwkeurige gegevens beschikbaar waren over de hoeveelheid honden en poep in het gebied;
- De inrichting van de plas heeft een negatief effect op de ontwikkeling van watergebonden oeverplanten en ondergedoken waterplanten;
- Bodemwoelende vis draagt met name in de zuidelijk plas mogelijk bij aan de vertroebeling;
- De wind draagt in de zuidelijke plas mogelijk bij aan de vertroebeling.

5 Maatregelen

5.1 Motivatie keuze maatregelen

De maatregelen die wij voorstellen ter bestrijding van de blauwalgenbloei vallen in twee categorieën uiteen:

- Maatregelen gericht op het behalen van de doelstelling: veilig zwemmen in 2009
- Maatregelen gericht op een duurzaam herstel

Alleen de locatie Koetshuis is volgens ons kansrijk als het gaat om het halen van de doelstelling 'veilig zwemmen in 2009'. Dit komt omdat de waterkwaliteit hier doorgaans beter is dan in de grote plas Langebosch. Daarnaast is de locatie Koetshuis veel makkelijker te isoleren dan Langebosch. Herstel van de zwemlocatie Langebosch wordt voor de zomer van 2009 niet haalbaar geacht. Om de waterkwaliteit van de locatie Langebosch te verbeteren zijn ingrijpendere maatregelen nodig, gericht op een duurzaam herstel. Beide categorieën maatregelen worden hieronder toegelicht.

5.2 Maatregelen voor veilig zwemmen in 2009

Op grond van de gemeten fosfaatgehalten en de analyse van de fosfaatbelasting, veronderstellen wij dat de Aalscholverplas de bron is van een permanente bloei van *Planktothrix* in de zwemplas Koetshuis. Door te voorkomen dat water vanuit de Aalscholverplas de Waterskiplas kan binnendringen, zal de toevoer van blauwalgen naar de zwemplas stoppen. Om de huidige populatie blauwalgen in de Waterskiplas te laten verdwijnen is een shocktherapie nodig. Langdurige ijsbedekking in januari-februari kan een afdoende calamiteit zijn. Als extra maatregel stellen we voor om de plas in maart af te vissen op planktivore en bodemwoelende vis.

Samengevat gaat het om de volgende maatregelen:

- Afsluiting van de open verbinding tussen Aalscholverplas en Waterskiplas door middel van een dam. Dit dient zo snel mogelijk, maar in ieder geval vóór eind februari 2009 te gebeuren. Later kan eventueel een duiker met terugslagklep in de dam geplaatst worden. Hierdoor kan er wel water de plas uitstromen maar treedt er geen toestroom op vanuit de Aalscholverplas;
- Wegvangen planktivore vis in de Waterskiplas bij voorkeur vóór eind maart 2009. Hierdoor krijgen watervlooi-populaties kans zich te ontwikkelen en planktonalgen weg te grazen. Hierdoor neemt de helderheid van het water toe, waardoor het optimale habitat voor *Planktothrix* verdwijnt (shocktherapie).
- Verwijderen van bodemwoelende Brasem in de Waterskiplas. Jonge exemplaren van deze soort zijn planktivor. Ze eten de watervlooi die normaal de algen weg grazen. Oudere exemplaren woelen in de bodem en zorgen zo ook voor een toename van de troebelheid (afname doorzicht).

5.3 Maatregelen voor duurzaam herstel

Voor een herstel van de zwemwaterkwaliteit op de locatie Langebosch (en een goede ecologische kwaliteit in de rest van het Borgerswold) zijn volgens ons meer ingrijpende maatregelen nodig. De uitvoering van deze maatregelen zal enkele jaren vergen. Voor duurzaam herstel is het op de eerste plaats nodig om de fosfaatbelasting zoveel mogelijk terug te dringen. Op de tweede plaats kan men het ecosysteem robuuster maken, zodat de negatieve effecten van perioden met overmatige belasting gemakkelijker opgevangen worden. De maatregelen voor duurzaam herstel vallen dus in twee categorieën uiteen:

- Maatregelen om de fosfaatbelasting te verminderen
- (Her)inrichtingsmaatregelen

Maatregelen om de fosfaatbelasting te verminderen

Op grond van de analyse van de fosfaatbelasting stellen wij de volgende maatregelen voor om de totale fosfaatbelasting op het gebied te verminderen:

- Het saneren van de vijf riooloverstorten. Door de aanleg van bergbezinkbassins moet voorkomen worden dat overstortwater in de toekomst nog in het oppervlaktewater van Borgerswold terecht komt;
- Het toepassen van een flexibeler peilbeheer. Door toe te staan dat het peil in de zomer verder wegzakt kan de hoeveelheid inlaatwater beperkt worden. Het toestaan van een peiluitzakking van 5 cm in de zomer kan al voldoende zijn;
- Het aanleggen van een alternatieve aanvoerroute voor inlaatwater voor de Waterskiplas (Koetshuis) via deelgebied B; in deze route kan een zuiveringsmoeras aangelegd worden.
- Eventueel wanneer bovenstaande maatregelen onvoldoende blijken: het defosfateren van het inlaatwater. Door het inlaatwater via een defosfateringsinstallatie te leiden kan de fosfaatbelasting door inlaat sterk gereduceerd worden. Hiervoor moet het in te laten water via één punt worden ingelaten. Andere, huidige inlaatpunten moeten dan afgesloten worden.

(Her)inrichtingsmaatregelen

Onderstaande maatregelen zijn gericht op het verbeteren van de inrichting waardoor een stabiel ecosysteem ontstaat:

- Aanleg natuurvriendelijke oevers: waar dat mogelijk is in verband met expositie, oeverbeschoeiing weghalen en ontwikkeling oevervegetatie (helofyten) stimuleren. Hierdoor opvang afstromend water (bufferzone) en vergroting habitatdiversiteit (opgroeibiotoop jonge (roof)vis). Voor het stimuleren van oevervegetatie (Riet) is een natuurlijker peilbeheer (laag peil in de zomer, hoog peil in de winter) noodzakelijk;
- Stimulering ondergedoken watervegetaties. Hierdoor wordt troebelheid (gunstig voor *Planktothrix*) tegengegaan en de geleidelijke oplading van het systeem met voedingsstoffen door autonome ontwikkeling wordt vertraagd. Wanneer het water

door het terugdringen van voedingstoffen helderder wordt, komt de groei van ondergedoken watervegetatie mogelijk vanzelf opgang;

- Verkleinen strijklengte zuidelijke plas: Aanleg/aanpassing langgerekte eilanden in de plas Langebosch. Achter deze eilanden ontstaan luwe zones, waar waterplanten zich makkelijker kunnen ontwikkelen.
- Vergroten populatie Driehoeksmosselen. Driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) zijn in staat particuliere deeltjes af te vangen, waardoor het water helderder wordt. Het stimuleren van de groei van Driehoeksmosselen kan op twee manieren gebeuren. Eén methode omvat het opvissen van klompjes mosselen uit een ander meer, die vervolgens worden uitgezet in het Borgerswold. Een andere methode is het aanbrengen van substraat, bijvoorbeeld in de vorm van lege schelpen, en vervolgens het uitzetten van larven.

5.4 Overige aandachtspunten en aanbevelingen

Bij verbetering van het doorzicht en groei van ondergedoken waterplanten neemt de kans toe op het optreden van zwemmersjeuk door *Trichobilharzia*. Om dit tegen te gaan moeten eenden geweerd worden. De combinatie zwemplas-waterskibaan maakt de Waterskiplas in mei - oktober onaantrekkelijk als rustgebied voor watervogels en dat is een goede zaak.

6 Kosten van herstel

6.1 Veilig zwemmen in 2009

Afsluiten verbinden Aalscholverplas – Waterskiplas

Het afsluiten van de open verbinding tussen de Aalscholverplas en de Waterskiplas heeft ten tijde van de afronding van deze rapportage al plaats gevonden. Omdat deze maatregel inmiddels al is uitgevoerd zal deze hier verder buiten beschouwing worden gelaten.

Het wegvangen van planktivore vis en bodemwoelende brasem

De kosten voor het afvissen van planktivore en bodemwoelende vis zijn gebaseerd op een prijsopgave van Koeman en Bijkerk bv in samenwerking met enkele beroepsvissers uit de regio. De kosten worden geraamd op 3 000 Euro excl. BTW.

6.2 Duurzaam herstel

Sanering riooloverstorten

De meest urgente maatregel is naar ons inziens het saneren van de riooloverstorten. Deze vormen de grootste bron in de totale fosfaatbelasting. Om deze te saneren kunnen bergbezinkbassins aangelegd worden. De kosten hiervan variëren van circa 1 tot 8 miljoen euro (tabel 5).

Tabel 5 Kosten voor de aanleg van bergbezinkbassins in verschillende delen van Nederland. (Bron: internet)

Locatie	Ingebruikname	Volume	Kosten/bassin
Ootmarsum	2009	3850 m ³	2,4 miljoen
Utrecht	2009	1260 m ³	7,6 miljoen
Roermond	2008	-	0,8 miljoen
Maassluis	2007	-	2,0 miljoen
Brunssum	2006	14.500 m ³	6,4 miljoen

Flexibeler peil

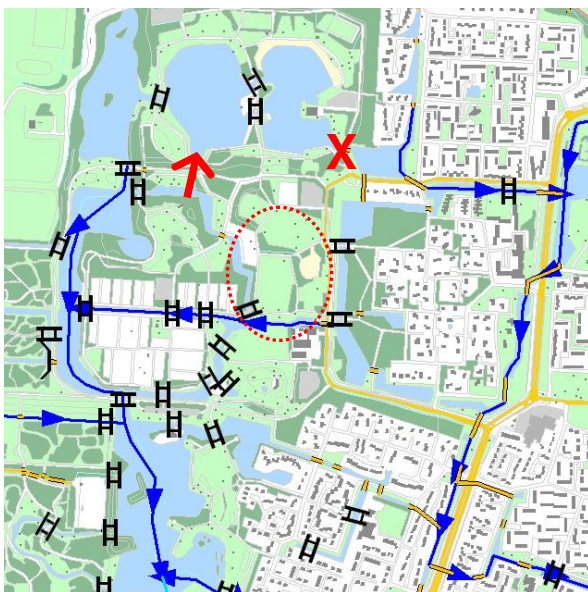
Een flexibeler peilbeheer vermindert de hoeveelheid in te laten water. Het aanpassen van het peil en de handhaving daarvan brengt op zich geen kosten met zich mee. Wellicht werkt een flexibeler peil zelfs kostenbesparend, omdat de gemaal Wildervank zo minder vaak actief hoeft te zijn.

Een peilverandering kan wel gevolgen hebben voor bebouwing in de omgeving. Een aanpassing van het peil in de Waterskiplas met ± 5 cm heeft deze gevolgen waarschijnlijk niet. Wel stelt de functie van deze plas als waterskiplas mogelijk eisen aan de waterdiepte, waar men rekening mee moet houden.

Verleggen aanvoerroute inlaatwater

Het saneren van de riooloverstorten zal vermoedelijk nog enkele jaren duren. De aanleg van een andere aanvoerroute is in de tussentijd een mogelijkheid om de fosfaatbelasting op de Waterskiplas via inlaatwater te verminderen. De achterliggende gedachte is dat het water via deze alternatieve route een langere weg aflegt waardoor het meer fosfaat zal kunnen kwijtraken. De alternatieve route maakt het tevens mogelijk om in de route een zuiveringsmoeras aan te leggen.

In de huidige situatie wordt het water vanuit het zuidoosten in de plas gelaten (figuur 13). Het lijkt ons beter om deze toevoer af te sluiten (zie rood kruis in de figuur) en het water via een alternatieve route door deelgebied B aan te voeren (zie rode pijl in de figuur). De moeraszone kan aangelegd worden in het gebied aangegeven met de rode cirkel. Voor het afsluiten van de duiker (rode kruis, figuur 13) worden de kosten voor realisatie geraamd op 5.000 euro excl. BTW (mond. med. A. Kuiper, WHA). Voor het creëren van een open verbinding in het gebied aangegeven met de rode cirkel (figuur 13) worden de kosten geraamd op 7.600 euro excl. BTW. Het gaat hierbij dan om het verwijderen van bomen, zagen en verwijderen van asfalt, verwijderen duikers, ontgraven en afvoeren van zand en het afwerken. Bij de uitvoer van een dergelijke maatregel moet echter wel onderzocht worden wat dit voor gevolgen heeft voor de recreatieve verbindingen in het gebied. De eerdergenoemde raming van kosten zijn exclusief voorbereiding en uitvoeringskosten en dergelijken. Voor de aanleg van een moeraszone zijn momenteel te weinig gegevens beschikbaar voor een gedegen raming van de kosten.



Figuur 13 Voorstel alternatieve aanvoerroute zwemlocatie Koetshuis.

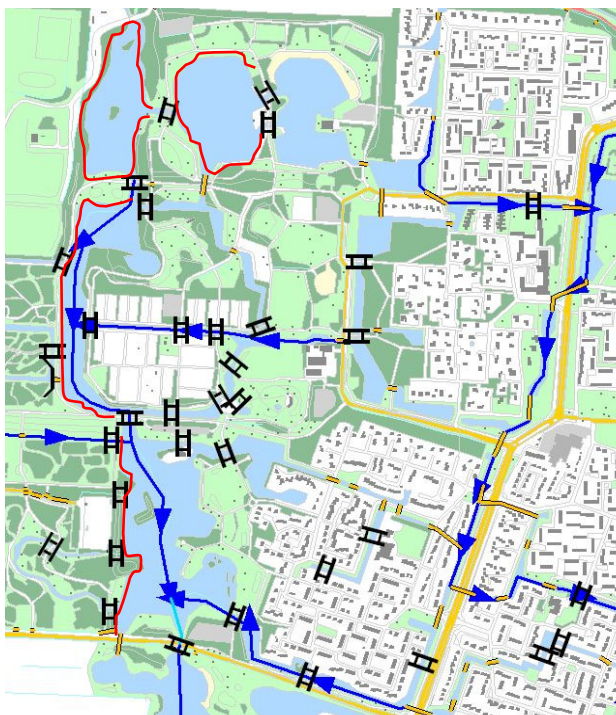
Defosfatering

Voor defosfatering van het inlaatwater moet een defosfateringsinstallatie worden gebouwd en onderhouden. Tevens moeten de overige bestaande inlaatpunten worden afgesloten. De kosten die hiermee gepaard gaan bedragen circa 1-2 miljoen euro (voorbeeld: Blauwe Stad, WHA).

(Her)inrichting

Voor de (her)inrichten van het Borgerswold is overleg gepleegd met InvaPlus (www.invraplus.nl). In dit overleg is een inschatting gemaakt van de verschillende werkzaamheden samenhangend met de (her)inrichting van het recreatiegebied en de daarmee gemoeide kosten. Het gaat hierbij om de volgende werkzaamheden:

1. Volledig verwijderen van oeverbeschoeiing van circa 4.000 m (4 km) uit het gebied (zie figuur 14) zonder aanpassen hellingshoek van de oever. Dit gebeurt op natuurlijke wijze door heersende golfslag;
2. 20% van alle planken uit de oeverbeschoeiing genoemd onder punt 1 verwijderen. Hierbij blijft 80% van de oever nog deels beschermd, waardoor er tijdens het uitvoeren van de maatregel minder opwerveling/vertroebeling optreedt. De resterende 80% kan in een later stadium (of in fasen) worden verwijderd.
3. Ontgraven, frezen, egaliseren en inzaaien van zone achter de beschoeiing (landzijde) of ter hoogte van de verwijderde beschoeiing;
4. Aanplanten van riet in (vernieuwde) oeverzones (circa 1 m brede rietzone);
5. Verondiepen van delen van het gebied ter bevordering van de ontwikkeling van watervegetatie.
6. Aanleggen/aanpassen eilandjes in Langebosch om strijklengte te verkorten en ontwikkeling van waterplanten te stimuleren.



Figuur 14 Overzicht welk deel van de oevers in deelgebied A en van het Borgerswold B (zie figuur 2) in aanmerking komen voor geheel of gedeeltelijke verwijdering van oeverbeschoeiing. In deelgebied C (Langebosch) is geen verwijdering gepland en daarom is dit gebied in deze figuur buiten beschouwing gelaten.

De werkzaamheden genoemd bij punt 3 en 4 kunnen met punt 1 of punt 2 gecombineerd worden. Voor het maken van een inschatting van de kosten voor de bovengenoemde werkzaamheden hebben we een aantal aannames moeten doen:

1. Lengte te verwijderen beschoeiing

De eerdergenoemde 4.000 m (4 km) waarover oeverbeschoeiing verwijderd kan worden is gebaseerd op de huidige inrichting van het gebied. We hebben verwijdering van oeverbeschoeiing gepland op locaties waar wij dat mogelijk/nodig achten. Dit betekent voornamelijk de noord-, noordwestelijke oevers van het gebied (in verband met de overheersende windrichting: zuidwestelijk).

2. Houten beschoeiing

Er is vanuit gegaan dat de houten beschoeiing voornamelijk bestaat uit palen met horizontale planken er tegen (circa vier palen per strekkende meter).

3. Te ontgraven hoeveelheid grond

Er is rekening gehouden met een te ontgraven hoeveelheid grond van 0,5 m³ per strekkende meter. De grond wordt hierbij terplekke weer verwerkt. De schatting is gebaseerd op dwarsprofielen van de Waterskibaan (tekening B02, projectnummer 2006-017, Gemeente Veendam). Volgens deze dwarsprofielen is de oever van de locatie Koetshuis al redelijk glooiend aangelegd. In deelgebied B zijn de oevers waarschijnlijk minder glooiend, waardoor er per strekkende meter mogelijk meer grond verplaatst moet worden. Anderzijds zal niet op elke strekkende meter oever ontgraving etc. plaats (kunnen) vinden, waardoor de kosten lager kunnen uitvallen.

4. Aanplanten van riet

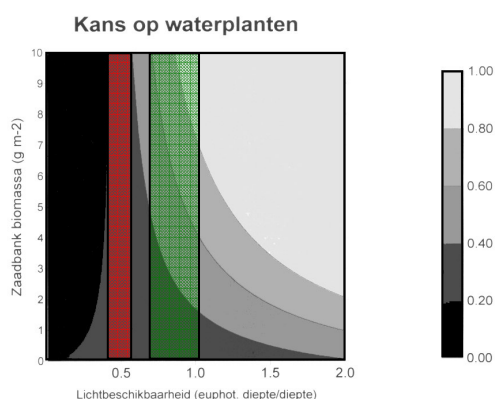
Aanplanten van riet zal niet overal langs de oevers waar de houten beschoeiing (gedeeltelijk) wordt verwijderd mogelijk zijn. Anderzijds zou bij aanleg van een moeraszone in deelgebied B (zie aanleg alternatieve aanvoerroute Koetshuis) meer riet nodig zijn. Beplanten van 4 000 m oever met riet lijkt dan niet onrealistisch. Uitgaande van een meter breedte zal het aanplanten van riet in het Borgerswold circa 15.000 euro kosten. Hierbij is geen rekening gehouden met de hoeveelheid grond die vergraven en mogelijk afgevoerd moet worden om in deelgebied B een moeraszone te creëren.

5. Hoeveelheid grond/zand voor lokale verondieping

Voor het verondiepen van delen van het recreatiegebied kan grond afkomstig uit het gebied zelf worden gebruikt mits deze grond niet te veel voedingsstoffen bevat. Als dat niet het geval is, zal schoon zand aan moeten worden gevoerd. Hier zijn logischerwijs extra kosten aan verbonden. Voor de inschatting van de hoeveelheid grond/zand nodig voor het verondiepen is uitgegaan van een gebied ter grootte van 1% van het wateroppervlak van Langebosch (= 1% van 75 ha = 0,75 ha).

De kans op ontwikkeling van waterplanten, bij een onveranderde zaadbankbiomassa, neemt sterk toe wanneer de verhouding tussen de grootte van de eufotische zone en de waterdiepte groter is dan 0.5 (figuur 15). De eufotische zone is dit deel van de waterkolom waar de hoeveelheid licht/instraling nog minimaal 1% van de instraling ter hoogte van het wateroppervlak bedraagt. Het gemiddelde doorzicht op de locatie Langebosch in de

periode 2000 – 2008 was 34 cm, het gemiddelde chlorofylgehalte was 79 $\mu\text{g/l}$. Op basis van deze twee gegevens kunnen we een schatting maken van de eufotische zone (Z_{eu}) op de locatie Langebosch (Scheffer 1998): 1,3 m. Momenteel is de verhouding tussen de eufotische zone en de waterdiepte is voor Langebosch circa 0,5. De kans op ontwikkeling van waterplanten is hiermee maximaal 40% (figuur 15). Om deze kans te verhogen moet de verhouding Z_{eu}/d minimaal 0,75 zijn (groene gebied in figuur 15). Om dit te bewerkstelligen kan op verschillende plekken in het recreatiegebied de waterdiepte worden verkleind door verondieping. Hierbij zal de huidige (gemiddelde) waterdiepte van 2,5 m lokaal terug moeten worden gebracht tot maximaal 1,75 m. Uitgaande deze waterdiepte zal er bij lokale verondieping van 1% van het oppervlak van de locatie Langebosch circa 5600 m^3 grond/zand nodig zijn. Lokale verondieping kan ook uitgevoerd worden in deelgebied B. Hier zal minder grond/zand nodig zijn, omdat het systeem kleiner en ondieper is. De hier genoemde kostenraming gaat uit van werkzaamheden vanaf de oever. Wanneer werkzaamheden plaats moeten vinden vanaf het water stijgen de kosten aanzienlijk. Om in dit geval een realistische kostenraming te kunnen maken dient er informatie over lokale waterdieptes te worden verzameld.

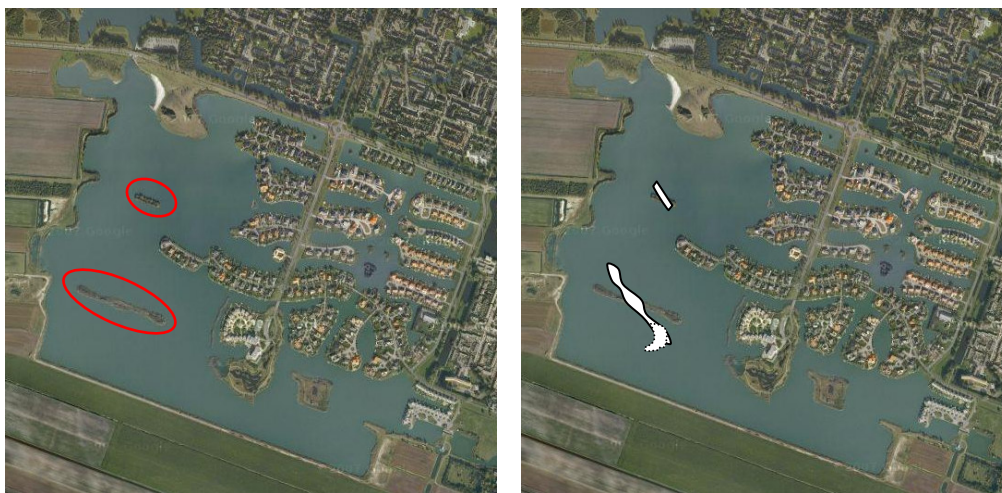


Figuur 15 De kans op ondergedoken waterplanten in relatie tot de lichtbeschikbaarheid (euphot. diepte = eufotische diepte) en (aanwezige) biomassa aan diasporen in het sediment. (Bron: Van den Berg, *ongepubliceerd*). In het gebied aangegeven met de rode lijn verkeerd de zuidelijke plas Langebosch zich nu. Om de groei van waterplanten te stimuleren is het wenselijk dat de plas is in het groene gebied gaan bevinden.

5. Aanpassen/aanleggen eilandjes

In de plas Langebosch zijn reeds een aantal eilanden aangebracht, met name om de strijklengte te verkorten (linker deel figuur 16). Door het ontstaan van luwtes achter deze eilanden wordt ook de ontwikkeling van waterplanten gestimuleerd. De huidige situatie van met name de twee eilanden aangegeven met rode cirkels (nagenoeg oost-west) is echter niet optimaal. De overheersende windrichting in het gebied is zuidwestelijk gericht. Een betere positionering van de eerdergenoemde eilanden zou daarom haaks op deze windrichting zijn (rechter deel figuur 16). Daarnaast zou de vorm van de eilanden kunnen worden verbeterd door de eilanden niet recht maar krom aan te leggen (rechter deel figuur 16, gestippelde deel), wordt ook minder sediment meegenomen door het achterliggende deel van het systeem, wat de helderheid ten goede komt. Mogelijk kan het eilandje in de noordoostelijk deel van Langebosch ook nog vergroot worden om de bovengenoemde effecten te vergroten. Om een realistische schatting te maken van de kosten voor de hier besproken maatregel is het van belang te weten hoeveel grond/sediment er vergraven zal worden. Om dat in te kunnen schatten dienen lokale dieptes bekend te zijn en dan is momenteel niet het geval.

In tabel 6 zijn de geschatte kosten van de werkzaamheden voor het (her)inrichten van het Borgerwold samengevat.



Figuur 16 Overzicht van de huidige ligging van de eilanden in de plas Langebosch (links) en de geoptimaliseerde ligging en vorm van de eilanden (rechts).

Tabel 6 Overzicht van de kosten (excl. btw) voor verschillende werkzaamheden uit te voeren in verband met het (her)inrichten van het Borgerwold. Prijzen zijn grove schattingen op basis van (her)inrichting van circa 4.000 meter (4 km) oever in het noorden en midden van het gebied (zie figuur 14) of verondieping van een gebied ter grootte van 1% van de oppervlakte van de plas Langebosch. Door beperkte informatie omtrent lokale waterdieptes in de deelgebieden B en C (zie figuur 2) van het recreatiegebied zijn de genoemde prijzen onder voorbehoud (Bron: InVraplus).

	Werkzaamheden	Randvoorwaarden/ Aannames	Kosten per meter oever ^c	Kosten voor Borgerwold
1	Verwijderen van oeverbeschoeiing	4 palen / meter	4,60	18 400
2	Verwijderen 20% oeverbeschoeiing	4 palen / meter	4,60	3 680
3	Creëren oeverzone achter (voormalige) beschoeiing			
	- Ontgraven	0,5 m ³ / meter	2,10	
	- Frezen	10 m ² / meter	3,48	
	- Egaliseren	10 m ² / meter	1,38	
	- Inzaaien gras	10 m ² / meter	2,76	
	TOTAAL creëren oeverzone		9,72	38 880 ^e
4	Aanplanten riet	1m ² / meter	3,70	14 800 ^e
5	Verondiepen ^a			
	- met gebiedseigen grond	per m ³	7,50	45 000
	- met aan te voeren zand	per m ³	15,00	90 000
6	Aanpassen eilandjes Langebosch/ verkorten strijklengte	per m ³	? ^d	? ^d
	Grondtransport ^b	per m ³	6,00	

^a mits uitvoerbaar vanaf de oever, schatting op basis van 1% van het huidige wateroppervlak van Langebosch: 0,75 ha en 75 cm verondieping;

^b afhankelijk van transportafstand en bereikbaarheid;

^c mits in de grootte-orde van kilometers. Wanneer oeverlengte teruggebracht wordt naar honderden meters stijgen de kosten per strekkende meter;

^d geen realistische inschatting te maken zonder nadere diepte-informatie zodat hoeveelheden te vergraven grond/sediment bekend zijn;

^e uitgaande van (her)inrichting van 4.000 m (4 km) oever.

Driehoeksmossel

De laatste maatregel die is besproken is het vergroten van de populatie driehoeksmosselen. Mosselen en substraat van buiten het studiegebied worden hierbij in het Borgerswold geïntroduceerd en met een raamwerk op zijn plek gehouden. De kosten voor een dergelijke maatregel worden geraamd op circa 15.000 euro, uitgaande van 45 m³ substraat (mond. med. M. Dionísio Pires, Deltares). Deze schatting is gebaseerd op voorgaand onderzoek in Zwemlust, een zwemplas (1,5 ha, gemiddeld 1,5 m diep) in Nieuwersluis. Bovendien stelt Deltares dit jaar (2009) nog geld beschikbaar voor waterbeheerders om hen te ondersteunen bij de aanpak van blauwalgen (mond. med. M. Dionísio Pires, Deltares). Mogelijk kan hier gebruik van worden gemaakt voor het aanpakken van de problematiek in het Borgerswold.

Om een overzicht te geven van de kosten per voorgestelde maatregel zijn deze nogmaals samengevat in tabel 7.

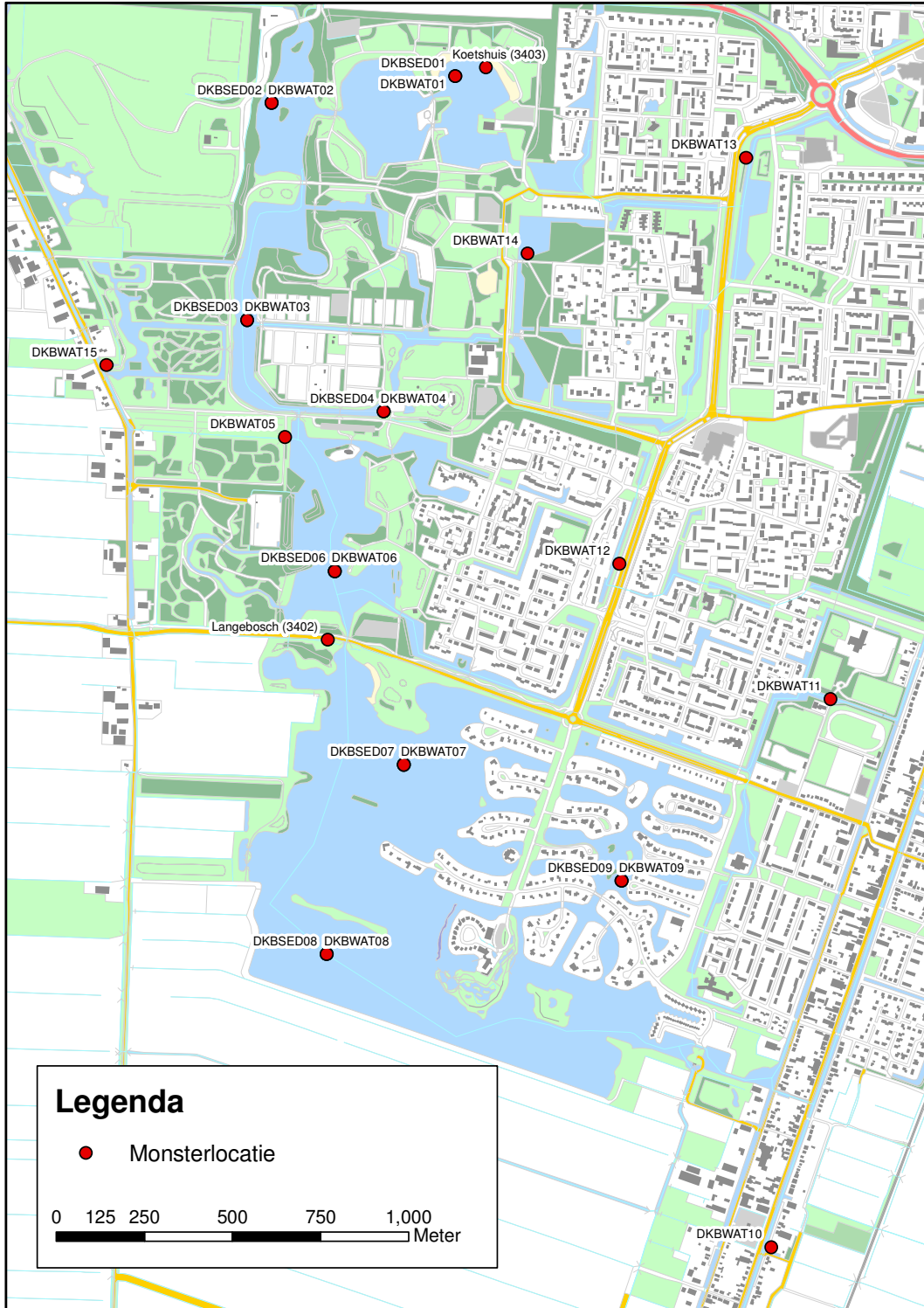
Tabel 7 Samenvatting van de voorgestelde maatregelen en een grove schatting van de bijbehorende kosten (excl. btw).

Doel	Maatregel	Kosten (euro)
Veilig zwemmen in 2009	Afsluiten verbinding Aalscholverplas - Waterskiplas	gereed
	Wegvangen planktivore en bodemwoelende vis	3 000
Duurzaam herstel	Toepassen flexibeler peilbeheer ± 5 cm	0
	Defosfateringsinstallatie	1 – 2 miljoen
	Aanleg bergbezinkbassin	1 – 8 miljoen
	Alternatieve aanvoer Koetshuis	13 000
	(deels) verwijderen oeverbeschoeiing/aanpassen taluds	4 000 – 60 000
	Aanplanten riet	15 000
	Verondiepen	90 000
	Aanpassen eilanden Langebosch	Nader onderzoek
Vergroten populatie <i>Dreissena polymorpha</i>	15 000	

7 Literatuur

- Bosker T, Hekman J, Leendertse P & Den Boer L 2003. Ontwikkeling van milieukeur groen en verhardingen. CLM 583 – 2003, CLM Onderzoek en Advies, Utrecht. 42 pp.
- Gemeente Veendam 1998. Nazorgplan Afvalverwerking Veendam.
- MNP 2008a. De werking van het metamodel PCLake. Milieu en Natuur Planbureau.
http://www.pbl.nl/nl/publicaties/mnp/2004/Een_metamodel_van_PCLake.html
- MNP 2008b. De kritische fosfaatbelasting van meren: een inleiding. Milieu en Natuur Planbureau.
<http://www.mnp.nl/nl/dossiers/water/modellen/InleidingKritischeFosfaatbelastingOndiepeMeren.html>.
- Portielje R & Van der Molen DT 1999. Relationships between eutrophication variables: from nutrient loading to transparency. *Hydrobiologia* 408/409: 375–387
- Scheffer M 1998. Ecology of shallow lakes. Chapter 2 The Abiotic environment. p 20- 75. Chapman & Hall.
- Tonkes M 2006. Handleiding sanering waterbodems. AKWA rapport 05.006. 63 pp.
- Voorlichting Veendam, 1979. Borgerswold. Informatie voor de geïnteresseerde bezoeker van het recreatiegebied Borgerswold te Veendam. 10 pp.
- WHA 2003. Beheersplan Waterschap Hunze en Aa's 2003 – 2007. Veendam.
- Wijmans PADM & Weijman RJC 2008. Visserijkundig onderzoek Het Rutbeek te Enschede. Sportvisserij Nederland, Bilthoven in opdracht van Hengelsport Federatie Oost Nederland, Heino.

Bijlage I Ligging monsterpunten



Bijlage II Berekeningen fosfaatbelasting

Indicatieve berekeningen P-belasting Borgerswold door waterinlaat en aalscholvers.

Reinder Torenbeek, 3 februari 2009

► Verblijftijd

- Gebruikt: gegevens KNMI-station Eelde, daggegevens over 1999 - 2008.
- Berekend: per decade: som neerslag en som verdamping, en het verschil (neerslag – verdamping) (mm.decade-1). Dit levert neerslagoverschot of neerslagtekort (mm.decade-1)
- Gemiddelde van alle positieve waarden (neerslag overschot) = 1,5 mm.d-1
- Gemiddelde van alle negatieve waarden (neerslag tekort) = 0,6 mm.d-1
- Uitgangspunt: neerslagtekort wordt aangevuld met inlaatwater.
- Gemiddelde toevoer van water (som van neerslag bij neerslagoverschot, en inlaat bij neerslagtekort): 2,1 mm.d-1
- Oppervlak = ca. 120 ha. = 1.200.000 m²
- Diepte = ca. 2,5 m
- Volume: 3.000.000 m³
- Toevoer van water: 2,1 mm.d-1 * 1.200.000 m² = 2.520 m³.d-1
- Verversing = 2.520 m³.d-1 / 3.000.000 m³ = 0,00084 d-1 = 0,31 jr-1
- Of je kon ook zeggen: verversing = 2,1 mm.d-1 / 2500 mm = 0,00084 d-1 = 0,31 jr-1
- Verblijftijd = 1 / 0,31 jr-1 = circa **3,3 jaar**.

► P-belasting door inlaat water

- Inlaat = 0,6 mm.d-1
- Dit is gemiddelde over het hele jaar. Inlaat vindt echter vooral 's zomers plaats.
- Gemiddelde zomerconcentratie A.G. Wildervanckkanaal: 0,19 mgP.l-1 (gegevens 2000-2007)
- Belasting: 0,6 mm.d-1 * 0,19 mg P.l-1 = 0,0006 m.d-1 * 190 mg P.m-3 = **0,11 mg P.m-2.d-1**

► P-belasting door aalscholvers

- 50 aalscholvers (aanname)
- Dagelijks aanwezig; 12 uur per dag (aanname)
- P-productie: Reiger: 12 kg mest.dier-1.jaar-1 (gegevens gebruikt bij Griendtsveen-project)
- Mestsamenstelling: 0,02 kg P.kg mest-1 (idem)
- P-productie: 50 dier * 0,5 * 12 kg mest.dier-1.jaar-1 * 0,02 kgP.kgmest-1 = 6 kgP.jaar-1
- P-belasting hele gebied (120 ha) = 6 kg P.jaar-1 / 120 ha = 5 mg P.m-2.jaar-1 = **0,014 mg P.m-2.d-1**

Voor alleen de plas waarin het eiland met de aalscholverkolonie ligt, is de belasting groter.

- Oppervlakte van de plas is ca. 4,77 ha.
- Belasting van de plas = **0,34 mg P.m2.d-1**

► P-belasting door ganzen

- 250 ganzen (aanname)
- Dagelijks aanwezig; 12 uur per dag (aanname)
- P-productie: Reiger: 12 kg mest.dier-1.jaar-1 (gegevens gebruikt bij Griendtsveen-project)
- Mestsamenstelling: 0,02 kg P.kg mest-1 (idem)
- P-productie: 250 dieren * 0,5 * 12 kg mest.dier-1.jaar-1 * 0,02 kg P.kg mest-1 = 30 kgP.jaar-1
- P-belasting hele gebied (120 ha) = 30 kg P.jaar-1 / 120 ha = 25 mg P.m-2.jaar-1 = **0,068 mg P.m-2.d-1**

► P-Belasting door overstorten

Overstort nr	Nr. 10-3200	Nr. 15-300	Nr. 16-6900	Nr. 19.8400	Nr. 09-1600
Debiet (m3/jaar)	10780	6822	470	55	19097
Debiet (l/d)	29534	18690	1288	151	52320
P-concentratie rioolwater (mg/l)	8,03	8,03	8,03	8,03	8,03
P-vracht (mg/d)	237160	150084	10340	1210	420128
P-vracht (kg/jaar)	86,6	54,8	3,8	0,4	153,3
Oppervlakte water (ha)	120	120	120	120	120
Oppervlakte water (m2)	1200000	1200000	1200000	1200000	1200000
Belasting (mg P/m2/d)	0,20	0,13	0,01	0,00	0,35
Opmerking	Blijft	Blijft	Blijft	Niet in Borgerswold	Zou gesaneerd moeten zijn

Som P-belasting **0,68 mg P.m-2.d-1**

► Belasting door lokvoer van vissers

Witviswedstrijden

Organisator	Frequentie (per jaar)	Deelnemers	Totaal manvisdagen
Gemeente Veendam	1	15	15
Invalidenbond	8	8	64
Ouderenbond	4	18	72
Totaal per jaar			151

Bijvoeren	1	kg/deelnemer
Bijvoeren subtotaal	151	kg per jaar

Karpervisserij

Aantal vissers	15	
Bijvoeren	1,5	kg/dag
Aantal dagen per visserij	7	
Aantal visserijen per jaar	5	
Bijvoeren subtotaal	787,5	kg per jaar

Bijvoeren totaal	938,5	kg per jaar
Concentratie P in voer	3,08	gP/kg d.s.
Fosfaatvracht	2.891	gP/jaar
Fosfaatvracht	2.890.580	mg P/jaar
Oppervlakte water	2.000.000	m2
Fosfaatbelasting	1,44529	mg P/m2/jr

P-belasting **0,004 mg P.m-2.d-1**

Bijlage III Bestandschattingen per lengteklasse per deelgebied

Open water Borgerswold

Soort	Totaal	Totaal	0+	0+	>0+-15	>0+-15	16-25	16-25	26-40	26-40	>=41	>=41
	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal
Brasem (<i>Abramis brama</i>)	63,0	168	0,1	17	1,4	68	1,6	27	5,6	11	54,3	45
Karper (<i>Cyprinus carpio</i>)	10,3	1									10,3	1
Graskarper (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	6,2	1									6,2	1
Snoekbaars (<i>Stizostedion lucioperca</i>)	3,7	3	0,0	1	0,0	0	0,0	1			3,6	1
Blankvoorn (<i>Rutilus rutilus</i>)	1,0	48	0,0	9	0,7	34	0,2	5				
Zeelt (<i>Tinca tinca</i>)	0,7	1									0,7	1
Pos (<i>Gymnocephalus cernua</i>)	0,2	42	0,0	14	0,2	28						
Baars (<i>Perca fluviatilis</i>)	0,0	1	0,0	1								
Kolblei (<i>Blicca bjoerkna</i>)	0,0	0			0,0	0						
Vetje (<i>Leucaspis delineatus</i>)	0,0	0			0,0	0						
Snoek (<i>Esox lucius</i>)	0,4	1	0 - 15	0 - 15	16 - 35	16 - 35	36 - 44	36 - 44	45 - 54	45 - 54	>= 55	
Totaal	85,5	266			0	0			0,4	0		

Open water diepe put

Soort	Totaal	Totaal	0+	0+	>0+-15	>0+-15	16-25	16-25	26-40	26-40	>=41	>=41
	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal
Brasem (<i>Abramis brama</i>)	1438,1	100375	140,2	47020	744,1	50178	110,0	2731	15,5	32	428,4	413
Blankvoorn (<i>Rutilus rutilus</i>)	475,4	29071	26,3	7888	424,1	20610	25,0	573				
Karper (<i>Cyprinus carpio</i>)	278,2	32									278,2	32
Kolblei (<i>Blicca bjoerkna</i>)	119,6	4580			95,5	4294	24,1	286				
Snoekbaars (<i>Stizostedion lucioperca</i>)	88,2	32									88,2	32
Pos (<i>Gymnocephalus cernua</i>)	11,1	2704	3,3	1272	7,8	1431						
Snoek (<i>Esox lucius</i>)	346,0	159	0 - 15		16 - 35		36 - 44		45 - 54		>= 55	
Totaal	2756,6	136953									346,0	159

Oevers Borgerswold

Soort	Totaal	Totaal	0+	0+	>0+-15	>0+-15	16-25	16-25	26-40	26-40	>=41	>=41
	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal	Gewicht	Aantal
Blankvoorn (<i>Rutilus rutilus</i>)	27,5	1133	0,4	157	18,9	827	8,2	149				
Zeelt (<i>Tinca tinca</i>)	11,0	28			0,2	4	2,0	15	6,3	7	2,6	2
Ruisvoorn (<i>Rutilus rhythrophthalmus</i>)	5,1	207	0	4	3,9	187	1,2	15				
Baars (<i>Perca fluviatilis</i>)	2,6	342	1,1	279	1,1	59	0,4	4				
Aal (<i>Anguilla anguilla</i>)	1,0	2									1,0	2
Brasem (<i>Abramis brama</i>)	0,2	4			0,1	2	0,1	2				
Pos (<i>Gymnocephalus cernua</i>)	0,1	11			0,1	11						
Vetje (<i>Leucaspis delineatus</i>)	0,0	35	0	4	0,0	31						
Snoek (<i>Esox lucius</i>)	15,1	57	0 - 15		16 - 35		36 - 44		45 - 54		55 <=	
Totaal	62,6	1819			5,4	50	1,6	4			8,1	2