

Nader onderzoek zwemwateren Twente ter bestrijding van blauwalgoverlast

Het Lageveld



Rapport 2010-044

R. Bijkerk
G.H. Bonhof
H. Boonstra
M.J. van Herk
G. Mulderij
G. Wolters



koeman en bijkerk bv
ecologisch onderzoek en advies

Nader onderzoek zwemwateren Twente ter bestrijding van blauwalgoverlast

Het Lageveld

Rapport 2010-044

R. Bijkerk
G.H. Bonhof
H. Boonstra
M.J. van Herk
G. Mulderij
G. Wolters

koeman en bijkerk bv

ecologisch onderzoek en advies

bezoekadres	oosterweg 127 Haren
postadres	postbus 111 9750 AC Haren
telefoon	050 8200018
telefax	050 8200013
email	info@koemanenbijkerk.nl
website	www.koemanenbijkerk.nl

Colofon

Opdrachtgever	Waterschap Regge en Dinkel Kooikersweg 1, 7609 PZ Almelo
Titel	Nader onderzoek zwemwateren Twente ter bestrijding van blauwalgoverlast
Subtitel	Het Lageveld
Auteurs	R. Bijkerk, G.H. Bonnhof, H. Boonstra, M.J. van Herk, G. Mulderij, G. Wolters
Datum	27 mei 2011
Pagina's (inclusief bijlagen)	66
Opdrachtnr	5016404
Projectnr	2009-076
Rapportnr	2010-044
Status	Definitief
Akkoord	Dr. J.H. Wanink
Paraaf	

Foto omslag: gezicht op Het Lageveld in zuidwestelijke richting.

Deze publicatie kan geciteerd worden als:

Bijkerk, R., G.H. Bonnhof, H. Boonstra, M.J. van Herk, G. Mulderij & G. Wolters. 2010.
Nader onderzoek zwemwateren Twente ter bestrijding van blauwalgoverlast: Het
Lageveld. Rapport 2010-044. Koeman en Bijkerk bv, Haren.

© Koeman en Bijkerk bv / Waterschap Regge en Dinkel

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Koeman en Bijkerk bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

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	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Achtergrond	11
1.2 Doelstelling	11
1.3 Opzet	12
1.4 Leeswijzer	12
2 Materiaal en methode	13
2.1 Gebiedsbeschrijving	13
2.2 Onderzoek	15
2.3 Fytoplankton	16
2.4 Vegetatie	17
2.5 Vis	18
2.6 Overige gegevens	18
2.7 Statistische analyses en interpretatie	19
2.8 Uitvoering en verantwoording	19
3 Blauwalgen	21
3.1 Biologie en ecologie	21
3.2 Stuurfactoren	23
4 Bespreking van de resultaten	27
4.1 Fytoplankton	27
4.2 Waterplanten	31
4.3 Vis	33
4.4 Watervogels	35
4.5 Herkomst en ionensamenstelling van het water	36
4.6 Watertemperatuur en zuurgraad	37
4.7 Nutriënten en chlorofyl-a	39
4.7.1 Algemeen	39
4.7.2 Fosfaat	39
4.7.3 Stikstof	41
4.7.4 Chlorofyl-a en doorzicht	43
4.7.5 Nutriëntenlimitatie en fytoplanktonopbrengst	44
4.8 Waterbodemkwaliteit	46
4.9 Grondwaterkwaliteit	46
4.10 Regenwaterkwaliteit	46

5	Ecologisch functioneren en blauwalgproblematiek	49
5.1	Ecologische kwaliteit en referentie	49
5.2	Ecologisch functioneren	50
5.2.1	Productiviteit	50
5.2.2	Nutriëntenhuishouding	51
5.2.3	Andere processen	53
5.3	Zwemwaterproblemen in Het Lageveld	54
5.3.1	Blauwalgproblematiek	54
5.3.2	Zwemmersjeuk	55
6	Mogelijke maatregelen	57
6.1	Motivatie keuze maatregelen	57
6.2	Minimaliseren fosfaatbelasting op de plas	57
6.3	Instandhouden en verbeteren huidige ecologische toestand	58
6.4	Voorkomen van drijfslagen	58
6.5	Bestrijden overlast drijfslagen	58
7	Literatuur	59
	Verklarende woordenlijst	61
	Bijlage I Inrichting van het recreatiepark Het Lageveld	63
	Bijlage II Lengte-frequentieverdelingen van de drie vissoorten in Het Lageveld	65

Voorwoord

In dit rapport presenteren we de resultaten van onderzoek aan de recreatieplas Het Lageveld. Het doel van dit onderzoek is vaststellen wat de oorzaken zijn van blauwalgoverlast en welke maatregelen men kan nemen om deze overlast te bestrijden.

De onderzoek is uitgevoerd in opdracht van en in samenwerking met het Waterschap Regge en Dinkel. Bij het verzamelen van gegevens is dankbaar gebruik gemaakt van informatie van de beheerders van Het Lageveld en van de inzet van de beroepsvissers G. Postma, J. Veenstra en M. Vos bij de visbestandsopname.

We danken onze contactpersoon bij het waterschap, M. Geerink, en de beheerders van Het Lageveld, J. Dijkink, R. Nollen en J. Oude Avenhuis, voor de prettige samenwerking en hun commentaar op een eerder concept van dit rapport. Tevens zijn wij erkentelijk voor het commentaar van P. van der Wiele en G. Meijerink van het waterschap en van J. van Druuten van de Provincie Overijssel. Ten slotte danken wij dr. M. Lurling van de leerstoelgroep Aquatische ecologie en waterkwaliteitsbeheer van Wageningen UR, voor zijn opmerkingen en adviezen.

Haren, 27 mei 2011

namens de auteurs,

Ronald Bijkerk

.

Samenvatting

Aanleiding

Het Lageveld is een belangrijke recreatieplas bij Wierden. Het is een voormalige zandwinplas met een oppervlakte van 6.5 hectare, een gemiddelde diepte van ruim drie meter en een maximale diepte van tien meter. In de afgelopen jaren is hier nu en dan sprake geweest van blauwalgoverlast, die in enkele gevallen leidde tot een zwemverbod. De overlast 's zomers is vermoedelijk steeds veroorzaakt door de potentieel giftige blauwalg *Anabaena*, die ook drijfblagen kan vormen. 's Winters kan het gaan om de eveneens potentieel toxische soort *Aphanizomenon flos-aquae* var. *klebahnii*. Dergelijke situaties leveren niet alleen een risico op voor de gezondheid van zwemmers, maar kunnen ook leiden tot economische schade voor de recreatieondernemer, zeker als besloten wordt tot een zwemverbod. Daarom heeft het Waterschap Regge en Dinkel besloten tot de uitvoering van het project Nader Onderzoek Zwemwateren. Doel van dit project was het vaststellen van de oorzaken van blauwalgoverlast en het doen van aanbevelingen om deze te beperken.

Resultaten

Uit het onderzoek blijkt dat de huidige toestand van Het Lageveld wat betreft de fytoplanktonbiomassa (gemeten als gehalte chlorofyl-a) en het fosfaatgehalte, in overeenstemming is met de goede ecologische toestand volgens de Europese Kaderrichtlijn Water. Het zomergemiddelde totaal-fosfaatgehalte bedraagt ten hoogste 0.038 tot 0.044 mg P/l, en waarschijnlijk minder omdat de detectielimiet van 0.03 mg P/l veelvuldig bereikt wordt. De werknorm (GET-norm) is 0.038 mg P/l en de achtergrondconcentratie bedraagt naar schatting 0.02 mg P/l.

De helderheid van de plas is zodanig groot dat ondergedoken waterplanten tot op een meter of vier zouden kunnen groeien. De huidige bedekking van waterplanten is echter laag, als gevolg van een stringent maaibeheer.

Het Lageveld wordt gevoed door regenwater en ondiep grondwater. De fosfaatbelasting vanuit het regenwater is laag (0.05 g P/m²/d). De grondwaterflux is vermoedelijk drie tot vier keer hoger dan de regenwaterflux en het fosfaatgehalte in het ondiepe grondwater was in de jaren 2000-2002 ca. 0.3 mg P/l. De belasting via het grondwater is echter niet goed te kwantificeren omdat de verblijftijd van het water in Het Lageveld en de retentie van fosfaat in het sediment niet bekend zijn.

De drijfblagen die zich 's zomers kunnen ontwikkelen zijn doorgaans van beperkte omvang en duur. Verdeeld over de waterkolom zijn de blauwalgdichtheden in Het Lageveld eigenlijk te laag om te kunnen spreken van echte algenbloeien. In de wintermaanden kunnen de dichtheden wel oplopen tot bloei-omvang. Deze winterbloeien van *Aphanizomenon* zijn mogelijk het gevolg van stikstoflimitatie in augustus-oktober (bij stikstoflimitatie wordt de groei van algen beperkt door lage stikstofgehalten en niet door fosfaat of licht).

Maatregelen voor bestrijding blauwalgoverlast

Aanbevelingen om de blauwalgoverlast tegen te gaan richten zich op het minimaliseren van de fosfaatbelasting op de plas, het instandhouden van de huidige, goede ecologische toestand, het bevorderen van de groei van waterplanten buiten de ondiepe zwemzone, het afvoeren van relatief fosfaatrijk water, en het afzuigen van drijfslagen. Besproeiing met waterstofperoxide doodt de algen, maar doet de drijfslagen niet meteen verdwijnen. Bovendien leidt het tot een tijdelijke verhoging van het gehalte aan gifstoffen. Toepassing in het zwemseizoen is daarom af te raden.

Aanbevelingen voor onderzoek

Vermoedelijk is de fosfaatbelasting op Het Lageveld lager dan de kritische belasting (het belastingniveau waarbij de kans op een omslag naar een troebel, planktongedomineerd systeem reëel is). Het is daarom niet nodig om de belangrijkste fosfaatbronnen vast te stellen en de omvang van deze in de totale fosfaatbelasting te verminderen. Toch kan het zinvol zijn om een betrouwbare fosfaatbalans voor de plas op te stellen. Met zo'n balans krijgt men inzicht in:

- het belang van de verschillende fosfaatbronnen die de groei van algen en waterplanten in Het Lageveld sturen;
- in de robuustheid van het watersysteem ten opzichte van eventuele toekomstige ontwikkelingen in het beheer, in de omgeving of in het klimaat.

Voor een goede fosfaatbalans zijn nodig een betrouwbare waterbalans en goede schattingen van de fosfaatvrucht uit de diverse bronnen, zoals grondwater, afstroming en nalevering.

Voor een passende monitoring van de waterkwaliteit van deze mesotrofe plas, zou de detectielimiet van sommige waterkwaliteitsparameters, zoals fosfaat en chlorofyl-a, verlaagd moeten worden.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In het beheergebied van het Waterschap Regge en Dinkel liggen drie dagrecreatieparken die door de provincie zijn aangewezen als openbaar zwemwater: Het Rutbeek, Het Hulsbeek en Het Lage Veld . Deze recreatieparken worden beheerd door de Regio Twente. Het waterschap is verantwoordelijk voor het onderzoek naar de kwaliteit van deze zwemwateren en voor de ecologische en chemische oppervlaktewaterkwaliteit (WRD 2010). In de plassen gelden de Milieukwaliteitseisen voor het watertype zandwinplas (M16). In de afgelopen jaren zijn ook de zwemwateren van de Regio Twente van tijd tot tijd het toneel geweest van blauwalgoverlast. Dit vormt een risico voor de volksgezondheid en leidt tot economische schade voor de recreatieondernemer, wanneer blauwalgoverlast uitmondt in een waarschuwing of zwemverbod.

In het recente verleden zijn diverse experts benaderd en literatuurstudies uitgevoerd met het doel deze blauwalgenproblematiek aan te pakken. De conclusie was steeds dat het moeilijk is een oorzaak aan te wijzen voor de blauwalgoverlast. Voor zover bekend zijn de zwemplassen te karakteriseren als zwak-eutrofe wateren en gaat het om blauwalgsoorten die voor deze wateren kenmerkend zijn. Het is tot dusver niet mogelijk gebleken om factoren te benoemen die bij het ontstaan van deze overlast een rol spelen. Wat wel blijkt is dat de feitelijk beschikbare informatie gering is en de uitspraken over de waterkwaliteit veelal gebaseerd moeten worden op vermoedens, beperkte metingen en verouderde gegevens. Dit is aanleiding geweest voor een nader onderzoek.

Het Waterschap Regge en Dinkel, de Provincie Overijssel en de Regio Twente zijn in 2009 een nader onderzoek (Nader Onderzoek Zwemplassen, NOZ) gestart in drie zwemplassen: Het Hulsbeek (Oldenzaal), Het Rutbeek (Enschede) en Het Lageveld (Wierden).

1.2 Doelstelling

Het project Nader Onderzoek Zwemplassen moet inzicht geven in het watersysteem van de zwemplassen, kwaliteit, hydrologie, in- en externe beïnvloeding, zodat het optreden van blauwalgenproblemen verklaard kan worden. Op grond van dit inzicht kunnen vervolgens maatregelen worden ontwikkeld om blauwalgoverlast te voorkomen.

Voor het onderzoek heeft het waterschap de volgende doelstellingen geformuleerd:

- 1) inzicht krijgen in het watersysteem van de drie zwemplassen, waarbij onder watersysteem verstaan wordt:
 - de water- en waterbodemkwaliteit (biologisch en fysisch chemisch);
 - de hydrologie;
 - de interne en externe beïnvloeding van de wateren (bijvoorbeeld beheer);

- 2) voldoende gegevens verkrijgen waarmee nu of in de toekomst de oorzaak van blauwalgenbloei en overlast verklaard kan worden;
- 3) een overzicht krijgen van maatregelen die genomen kunnen worden om de blauwalgenoverlast te beperken of te bestrijden (bij voorkeur aan de bron en anders bij het beheer).

1.3 Opzet

Het project NOZ diende een analyse te omvatten van bestaande en nieuwe gegevens. Door het waterschap is een aanvullend meetprogramma opgesteld met een looptijd van één jaar, dat startte in april 2009 (Waterschap Regge en Dinkel 2009). Daarnaast zijn gegevens verzameld van derden, waaronder de beheerder (Regio Twente) en het RIVM.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport geeft de resultaten van het onderzoek in de zwemplas Het Lageveld. In hoofdstuk 2 beschrijven we eerst het gebied, de functies en het beheer en presenteren we de gebruikte onderzoeksmethoden. Daarna geven we in hoofdstuk 3 wat achtergrondinformatie over blauwalgen. Vervolgens beschrijven we in hoofdstuk 4 de huidige toestand en het functioneren van het watersysteem en in hoofdstuk 5 aard en oorzaken van de blauwalgoverlast. In hoofdstuk 6 noemen we de mogelijke maatregelen om deze overlast te bestrijden.

Een verklarende woordenlijst is opgenomen achterin het rapport.

2 Materiaal en methode

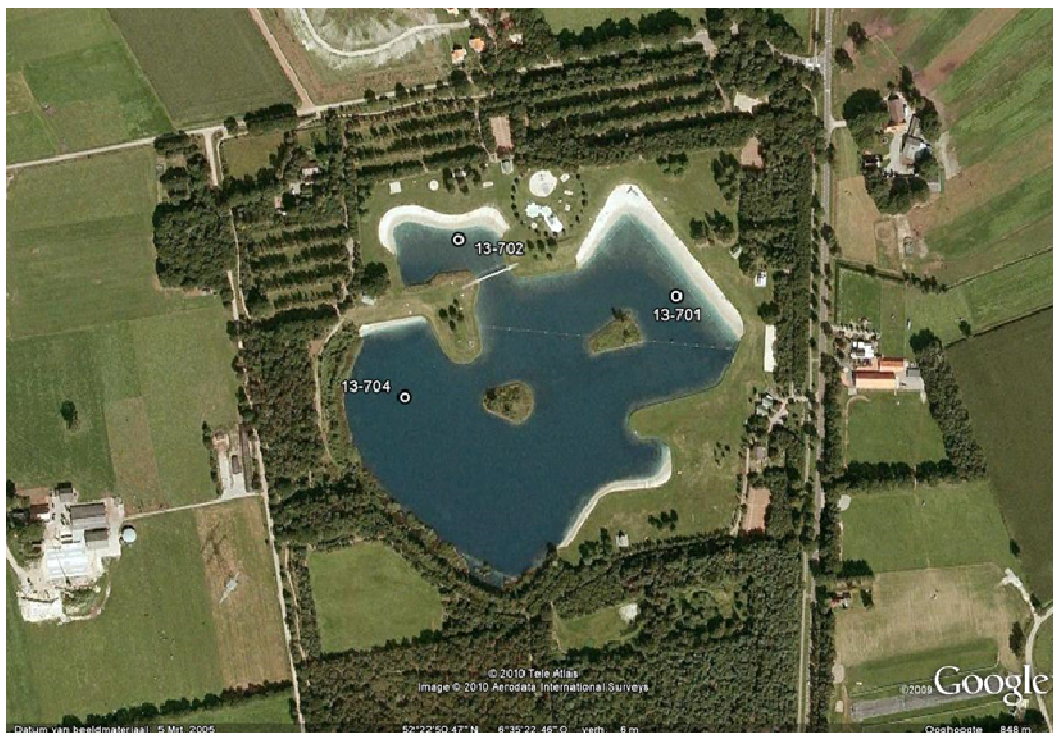
2.1 Gebiedsbeschrijving

Hydromorfologie en inrichting

Het recreatiepark Het Lageveld ligt aan de Vriezenveenseweg ten noorden van Wierden. Het park bestaat uit een plas met zonneweiden, grasland en bos (figuur 1, bijlage I). De plas is 6.5 ha groot en heeft een oeverlengte van circa 1.7 km (inclusief de eilanden). De plas bestaat uit een diep deel (de surfvijver) en een ondiep deel (de zwemvijver en de kleutervijver). De surfvijver is acht tot tien meter diep en het zwemgedeelte is maximaal 1,8 meter diep. De bodem bestaat uit zand. Er ligt niet of nauwelijks slib op de bodem.

Het Lageveld is ontstaan door zandwinning. De zandwinning startte hier in 1975 en werd beëindigd in 1978. Het Lageveld staat niet in verbinding met ander oppervlaktewater en wordt gevoed door kwel- en regenwater. Het waterpeil varieert met de grondwaterstand, en de grootte van de peilvariatie ligt tussen 0.5 en 0.8 m. Bij hoge waterstanden kan er water afgevoerd worden via een overlaat aan de oostzijde.

De oevers van de plas zijn beschoeid, met uitzondering van de stranden en de gehele westelijke oever (figuur 2). Deze oever is natuurlijk aangelegd en bezit een flauw profiel over een behoorlijke breedte. Daardoor valt deze oever bij dalend peil over een grote breedte droog en ontstaat een moerasachtige situatie. Dieper in de plas krijgt het talud een steiler profiel.



Figuur 1 Overzichtsfoto van Het Lageveld met de meetpunten in de plas (bron foto: Google Earth).



Figuur 2 Links: beschoeide oever aan de oostzijde en rechts: de natuurlijke westelijke oever.

Gebruiksfuncties

Het Lageveld heeft meerdere recreatieve functies waarvan zwemmen de meest belangrijke is. Op de vijver kan men ook surfen, maar deze activiteit is in de afgelopen jaren steeds minder geworden (mond. med. R. Nollen). Verder mag er gevist worden maar het gebruik van lokvoer is verboden. Er is maar een klein aantal mensen dat de plas gebruikt om te vissen.

Beheer en onderhoud

Regulier onderhoud

In de wintermaanden onderhoudt men de plas wekelijks en in de zomermaanden dagelijks. Hierbij ruimt men het zwerfvuil op en verwijdert men eventueel aanwezige dode dieren (vissen, vogels). In de zomermaanden wordt het strand dagelijks aangeharkt en worden aangespoelde waterplanten en draadalgen verwijderd. Het strand wordt een tot twee keer in de twee weken gecultiveerd. De zonneweiden worden regelmatig gemaaid en jaarlijks bemest met Thomaskali en Culterra (een organische meststof).

De onderwatervegetatie wordt zoveel mogelijk verwijderd. Dit gebeurt vanaf de kant en/of vanuit een boot en meestal met de hand. Sinds kort hanteert men een soort schuif die door een trekker naar de kant wordt getrokken. Hiermee haalt men tevens een groot deel van het slib weg. Deze manier van verwijderen van onderwaterplanten vindt plaats in het zwemgebied maar ook daarbuiten als er grote velden met waterplanten ontstaan.

Groot onderhoud

In 1996 zijn de zwemvijver en de kleutervijver geëgaliseerd en is een sliblaag van tien centimeter dikte verwijderd. In 2008 is de vaste dam die de kleutervijver scheidde van de rest van de plas vervangen door een rooster om de doorstroming te verbeteren. Er zijn tevens zeelten uitgezet om de slakken te bestrijden die zwemmersjeuk veroorzaken.

2.2 Onderzoek

Algemeen

Voor het project Nader Onderzoek Zwemwateren (NOZ) is een meetprogramma uitgevoerd in de periode april 2009 tot en met april 2010. De resultaten hiervan hebben we gebruikt voor onze analyse van het ecologisch functioneren van het watersysteem. In het kader van het routinematige Kwaliteitsmeetnet Oppervlaktewater zijn in Het Lageveld in het verleden geen uitgebreide fysisch-chemische en biologische bemonsteringen uitgevoerd. De gegevens van vóór 2009 (1992-2000) beperken zich tot metingen op het punt 13-701, van temperatuur, zuurgraad, doorzicht en thermotolerante coli's, met ingang van 1997 aangevuld met o.a. geur, kleur en schuim. Incidenteel is een uitgebreidere analyse gedaan (in mei 1995, juni 2002 en juli 2006).

Waterkwaliteit

In het kader van het project NOZ is het oppervlaktewater in de periode april 2009 tot en met april 2010 op twee tot drie meetpunten bemonsterd door het WRD. De bemonsterde meetpunten zijn het routinematige meetpunt 13-701, het punt 13-702 in de kleutervijver en het punt 13-704 boven het diepste deel van de plas (zie figuur 1). Op de meetpunten 13-701 en 13-704 is op zes tot tien bemonsteringsdata zowel aan het oppervlak (0-30 cm diepte) als vlak boven de bodem een watermonster genomen.

De monsters zijn geanalyseerd op diverse parameters waaronder de gebruikelijke algemene parameters, zoals temperatuur, zuurgraad, geleidbaarheid bij 25 °C en zuurstof, de gebruikelijke nutriëntenparameters en chlorofyl-a en daarnaast de gehalten van macro-ionen en zwevende stof. Niet op alle punten echter is steeds het volledige pakket uitgevoerd. De van toepassing zijnde detectielimieten staan in tabel 1. Waarden beneden de detectielimiet zijn in onze analyse en presentatie gelijk gesteld aan de detectielimiet.

Wat het doorzicht betreft hebben we alleen de waarnemingen op het meetpunt 13-704 gebruikt. De metingen op de ondiepe punten geven vermoedelijk altijd de waterdiepte ter plaatse, omdat op deze punten doorgaans sprake zal zijn van bodemzicht.

Waterbodemkwaliteit

Op 25 september 2009 heeft het WRD op de meetpunten 13-701 en 13-704 monsters genomen van de waterbodem. De monsters zijn vervolgens geanalyseerd op de parameters BZV₅ (biochemisch zuurstofverbruik gedurende vijf dagen), droge stof, Kjeldahl-stikstof en totaal-fosfaat.

Grondwaterkwaliteit

Het waterschap heeft gegevens aangeleverd over de grondwaterkwaliteit. Metingen die jonger zijn dan tien jaar zijn er alleen van een punt bij Almelo (x = 240.850, y = 486.100), één bij Oldenzaal (x = 257.338, y = 483.500) en één in het Boekelerveld (x = 251.020, y = 467.910). Voor Het Lageveld hebben we de metingen te Almelo gebruikt.

Regenwaterkwaliteit

Gegevens over de kwaliteit van het regenwater zijn ontleend aan het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (voorheen Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling). Dit meetnet wordt

beheerd door het RIVM. Het dichtstbijgelegen meetpunt is Eibergen (station 722; x = 238.5, y = 456.6; zie Stolk 2001).

Tabel 1 Detectielimieten van parameters waarvan de waarden in de onderzoeksperiode minstens één keer beneden de detectielimiet lagen.

Parameter	Periode	Detectielimiet
Ammoniak	2009-2010	0.01 mg/l
Ammonium	2002-2010	0.1 mg/l
Chlorofyl-a	2009-2010	5 µg/l
Totaal fosfaat	1995	0.02 en 0.03 mg/l
	2002-2010	0.03 mg/l
IJzer	2009-2010	0.02 en 0.05 mg/l
Nitraat	2006-2010	0.1 mg/l
Nitriet	2002	0.02 mg/l
	2006-2010	0.01 mg/l
Ortho-fosfaat	1995	0.03 mg/l
	2002	0.01 mg/l
	2009-2010	0.02 mg/l
Stikstof Kjeldahl	1995	< 0.2 mg/l
	2002	1 mg/l
	2007-2010	< 0.6 mg/l

2.3 Fytoplankton

Bemonstering

Waterkolom

In de periode 1 april 2009 tot 1 juni 2010 is het fytoplankton vrijwel maandelijks door het WRD bemonsterd op twee vaste meetpunten: 13-701 en 13-704. Alleen in januari en februari 2010 zijn geen monsters genomen vanwege de ijsgang. De bemonstering is uitgevoerd met een twee liter Ruttner-waterhapper (figuur 3). Hiermee zijn op meerdere diepten in de waterkolom monsters genomen die samengenomen zijn tot een mengmonster. De fytoplanktonmonsters werden direct geconserveerd met alkalische lugol.

Drijfslagen

Wanneer een drijfslaag aanwezig was is een aanvullende bemonstering uitgevoerd door de beheerder of het WRD. Hierbij werd een beetje van de drijfslaag overgebracht in een potje. Het materiaal werd niet geconserveerd maar levend verstuurd naar het laboratorium van Koeman en Bijkerk bv voor analyse.

Analyse

Waterkolommonsters

De analyse van de 'gewone' fytoplanktonmonsters omvatte een bepaling van de soortensamenstelling en abundantie van bezinkingsfytoplankton met behulp van een omkeermicroscop volgens NEN-EN 15204 (Utermöhl-methode). De monsters zijn onderzocht in helderveld, met gebruikmaking van een korte-werkafstand condensor (numerieke apertuur 0.55 en hoogwaardige planapo-objectieven. Bij de analyse werden circa tweehonderd waarnemingen gedetermineerd, verdeeld over meerdere subvolumina en bij vergrotingen van 200× en 600×. Het uiteindelijke aantal waarnemingen is afhankelijk van de soortenrijkdom in het monster (hoe meer soorten, hoe meer waarnemingen en omgekeerd; zie Bijkerk 2010 paragraaf 7.3.3). De aangetroffen algen zijn zoveel mogelijk tot op soortniveau gedetermineerd. Uit het aantal waarnemingen en getelde cellen en de grootte van het onderzochte deelvolume is de dichtheid berekend in cellen per ml en individuen per ml. Uit het aantal cellen per ml en een gemiddeld biovolume per cel (afgeleid uit eigen gegevens), is het biovolume per taxon berekend in mm³ per liter. Deze informatie is nodig om het aandeel van functionele fytoplankton-groepen (waaronder groepen van blauwalgen) op een ecologisch zinvolle manier te vergelijken met abiotische factoren, zoals fosfaat- en stikstofgehalten en het lichtklimaat.

Drijf laagmonsters

De analyse van drijf algen is eveneens uitgevoerd met behulp van een omkeermicroscop bij vergrotingen van 200× en 600×. Dit is een kwalitatieve analyse geweest, gericht op het vaststellen van de dominante en minder talrijke soorten verantwoordelijk voor de drijf laag.

2.4 Vegetatie

Op twee tijdstippen zijn door Koeman en Bijkerk vegetatieopnames gemaakt: op 25 juni en 19 augustus 2009. De oevervegetatie, gedefinieerd volgens de criteria in het Handboek Hydrobiologie (Bijkerk 2010 tabel 11A.4), is opgenomen door de oever in zijn geheel af te lopen of te varen. De watervegetatie is onderzocht door raaien te varen loodrecht op en parallel aan de oever, en om de twee tot vijf meter te bemonsteren met een werphark. De maximale diepte waarop nog waterplanten werden aangetroffen werd steeds genoteerd. Op basis van deze bemonstering is het bedekkingspercentage per watervegetatielaag geschat voor het gehele begroeibare areaal (voor dit type meer, M16, het areaal tussen de ondergrens van de oeverbegroeiing en de 4.5 meter dieptelijn bij zomerpeil; Bijkerk 2010 tabel 11A.2). Daarnaast is de abundantie van aangetroffen plantensoorten weergegeven volgens de negendelige STOWA-schaal (Bijkerk 2010 tabel 11.3) Van niet met zekerheid in het veld te determineren kranswieren en mossen zijn enkele exemplaren verzameld voor determinatie in het lab. Kranswieren zijn voor controle opgestuurd aan de heer E. Nat van het Landelijk Informatiecentrum voor Kranswieren.

2.5 Vis

Een visbestandsopname is uitgevoerd op 12 oktober 2009 door Koeman en Bijkerk bv in samenwerking met drie gecertificeerde beroepsvissers: G. Postma, J. Veenstra en M. Vos, allen uit Groningen.

De bestandsopname is uitgevoerd volgens de zogenaamde Bevist-Oppervlak-Methode (BOM; Klinge *et al.* 2003, Bijkerk 2010 H13). Bij deze methode bevist men een bekend deel van het oppervlak van het water met één of meer vangtuigen die actief door het water worden bewogen. Aan de hand van de verzamelde gegevens en het bekende rendement van de vangtuigen, schat men vervolgens de visstand door een extrapolatie naar het hele water te maken.

In Het Lageveld zijn de ondiepe zones van het open water bemonsterd met een 250 meter lange zegen met een vissende hoogte van 3.5 meter. De diepere delen van het open water (de surfvijver) zijn in het donker (na 20:00 uur) bemonsterd met een stortkuil. De oevers zijn vanuit een boot bevist met een elektrovisapparaat, aangedreven door een generator. Tabel 2 geeft een overzicht van de uitgevoerde trekken. De gehanteerde bemonsteringsinspanning voldoet zowel voor het open water als de oever ruimschoots aan de gestelde eisen, te weten minimaal 10% van zowel het open water als de oever.

Tabel 2 Visserij-inspanning in Het Lageveld op 12 oktober 2009.

Zegentrek (Z) Kuiltrek (K)	Oppervlak ha	Locatie/Opmerkingen
Z1	0.50	Noordw estzijde plas
Z2	0.50	Zw emstrand oostzijde
Z3	0.50	Noordzijde plas
K1	0.22	Surfplas van w est naar oost
K2	0.18	Surfplas van noord naar zuid; geen vis
K3	0.15	Surfplas van zuid naar noord
Totaal	2.05	30% van totale oppervlakte (6.9 ha)

Elektrovis traject	Oeverlengte m	Locatie/Opmerkingen
E1	450	Westoever van surfplas
E2	150	Rond eiland; geen vis
E3	150	Noordoever, geen vis
Totaal	750	43% van totale lengte (1.7 km)

2.6 Overige gegevens

Gegevens over het beheer zijn verkregen van de beheerders werkzaam bij de Regio Twente. Gegevens over watervogels zijn afkomstig van de Twentse Vogelwerkgroep en verzameld en beschikbaar gesteld door het WRD.

2.7 Statistische analyses en interpretatie

In onze analyse hebben we ons gericht op stuurfactoren die van invloed zijn op de ontwikkeling van potentieel toxische blauwalgen (zie ook Bijkerk 2005). Om mogelijke stuurfactoren te identificeren zijn we uitgegaan van de fytoplanktonontwikkeling in 2009-2010, waarbij de algensoorten zijn ingedeeld in functionele groepen volgens Reynolds (2006) en Padisak *et al.* (2009); zie tabel 3 en 5. Voor de overzichtelijkheid zijn functionele groepen met deels overeenkomstige eigenschappen in de presentatie (figuur 10) geclusterd.

De grootte van de stuurfactoren (o.a. totaal-P-gehalte) en van zogenaamde kengetallen (o.a. de Chla:P-ratio) hebben we beschreven en getoetst aan de ecologie van deze blauwalgen en aan algemene statistische modellen (o.a. Portielje & Van der Molen 1999, Bijkerk 2005). Verder hebben we gezocht naar trends in deze factoren en verschillen binnen de plas. Trends en verschillen zijn onderzocht op significantie met behulp van het programma SigmaPlot 11.0, met gebruikmaking van non-parametrische toetsen als de Wilcoxon rangtekentoets of de Friedman variantie-analyse, dan wel de parametrische t-toets voor gepaarde waarnemingen of ANOVA, wanneer sprake was van normaal verdeelde variabelen en homogene varianties.

2.8 Uitvoering en verantwoording

Het onderzoek is uitgevoerd door een team van medewerkers van Koeman en Bijkerk bv: R. Bijkerk, G.H. Bonhof, H. Boonstra, M.J. van Herk, G. Mulderij en G. Wolters, in samenwerking met het Waterschap Regge en Dinkel. De bemonsteringen van oppervlaktewater en waterbodem zijn uitgevoerd door het laboratorium van het waterschap, dat tevens zorg droeg voor de chemische analyses. De visstand-bemonstering is uitgevoerd samen met de beroepsvissers: G. Postma, J. Veenstra en M. Vos. De beheerders van Het Lageveld vanuit de Regio Twente, J. Dijkink, R. Nollen en J. Oude Avenhuis, verleenden ondersteuning bij het uitvoeren van de bemonsteringen en gaven waardevolle, aanvullende informatie. De Vogelwerkgroep Twente heeft in de periode van het nader onderzoek iedere maand de watervogels in Het Lageveld geïventariseerd.

Het project werd vanuit het WRD begeleid door M. Geerink. Door de beheerders van Het Lageveld en betrokkenen vanuit het WRD en de Provincie Overijssel is commentaar geleverd op een concept van dit rapport. Het definitieve concept is becommentariëerd door Dr. M. Lurling van de leerstoelgroep Aquatische ecologie en waterkwaliteitsbeheer van Wageningen University and Research centre.



Figuur 3 Bemonstering van fytoplankton met de Ruttner waterhapper door het Waterschap Regge en Dinkel.

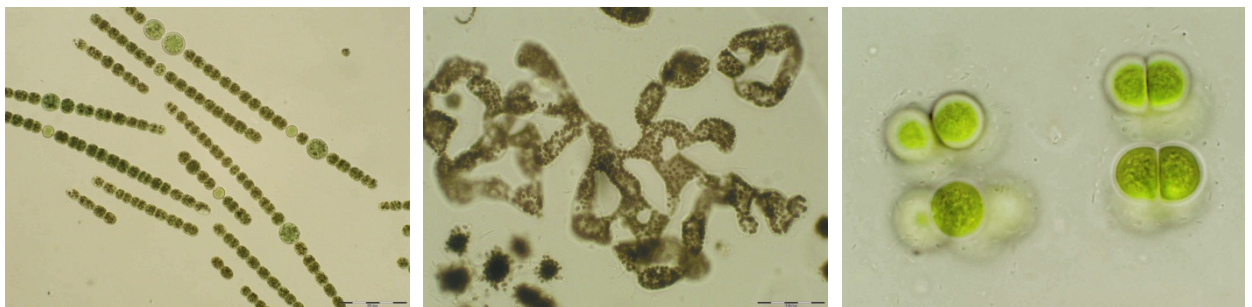
3 Blauwalgen

Hieronder geven we wat achtergrondinformatie over blauwalgen. Dit intermezzo is voor een deel gebaseerd op onze tekst voor de STOWA themasite Cyanobacteriën (<http://www.stowa.nl/Themas/Cyanobacterien.aspx>). Op deze themasite staan ook de nieuwsbrieven van de landelijke Werkgroep Cyanobacteriën en informatie over projecten en bijeenkomsten op dit gebied.

3.1 Biologie en ecologie

Een aparte groep bacteriën

Blauwalgen zijn geen echte algen, maar een aparte groep bacteriën. Een andere naam is cyanobacteriën. Net als de meeste algen en hogere planten kunnen ze energie halen uit zonlicht, en met deze energie anorganische voedingsstoffen omzetten in koolhydraten en zuurstof (fotosynthese). Hiervoor bezitten ze chlorofyl-a en daarnaast kenmerkende andere pigmenten, zoals fycocyanine. De typisch blauwe kleur van dit pigment en hun vermogen tot fotosynthese, hebben geleid tot de naam blauwalgen. Bij blauwalgen is het pigment echter niet gebonden aan bladgroenkorrels, zoals bij 'echte' algen.



Figuur 4 Voorbeelden van enkele blauwalgen, van links naar rechts: *Anabaena scheremetievii*, *Microcystis wesenbergii* en *Chroococcus limneticus* (Foto's Koeman en Bijkerk bv, RWS Waterdienst).

Ecologie

Cyanobacteriën komen in uiteenlopende milieus voor: in zoet en zout oppervlaktewater, in hete bronnen, in bodems, op substraten die maar af en toe vochtig worden en als endosymbiont in bijvoorbeeld sponzen, kroosvarens en sommige korstmossen. Veel soorten blauwalgen kunnen beschouwd worden als echte specialisten, ook een aantal soorten die in het zoetwaterplankton leven (figuur 4). Deze groeien weliswaar langzaam, maar zijn zo goed aangepast aan hun milieu, dat zij andere algensoorten langzaam verdringen. Dit geldt in het bijzonder voor de zogenaamde plaagsoorten, zoals uit de geslachten *Anabaena*, *Microcystis* en *Planktothrix* (we noemen het plaagsoorten omdat ze overlast kunnen geven door de vorming van gifstoffen en drijfslagen). De keerzijde van hun goede aanpassing is, dat plotselinge, ongebruikelijke veranderingen in het milieu maar moeilijk weerstaan worden. Daarom is het bellenscherm zo effectief in de bestrijding van *Microcystis*.

Naast deze plaagalggen komt in het Nederlandse oppervlaktewater een groot aantal soorten voor die nooit overlast veroorzaken. Blauwalgen moeten daarom niet over één kam geschoren worden. Wat ecologie betreft kunnen de blauwalgen uit ons zoete water in een stuk of twaalf functionele groepen ingedeeld worden (tabel 3). Potentieel toxische soorten komen in vrijwel al deze groepen voor.

Tabel 3 Functionele groepen van blauwalgen, met habitatombschrijving, toleranties en gevoeligheden

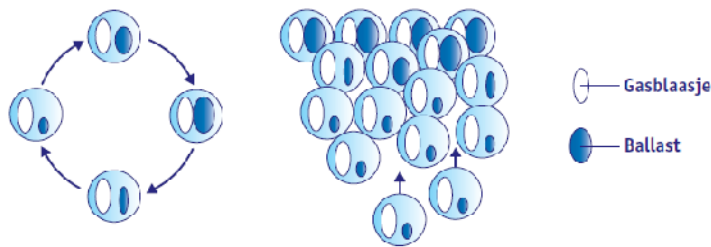
Groep	Habitat	Tolerant voor	Gevoelig voor	Voorbeeldtaxa
H1 (N-fix)	Eutrofe ondiepe meren en diepe gestratificeerde meren, met relatief laag gehalte van stikstof	Laag gehalte N Laag gehalte C Begrazing	Laag gehalte P Weinig licht Menging	<i>Anabaena flos-aquae</i> <i>Anabaena scheremetievii</i> <i>Anabaenopsis elenkinii</i> <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>
H2 (N-fix)	Ondiepe mesotrofe meren en diepe gestratificeerde oligo-mesotrofe meren	Laag gehalte N Begrazing	Weinig licht Menging	<i>Anabaena lemmermannii</i> <i>Gloeotrichia echinulata</i>
K	Ondiepe eutrofe meren	Laag gehalte C	Diepe menging	<i>Aphanocapsa</i> , <i>Aphanothece</i> p.p. <i>Cyanocatenella imperfecta</i> <i>Cyanodictyon</i> , <i>Synechococcus</i>
Lm	Epilimnia van eutrofe tot hypertrofe meren	Zeer laag gehalte C Begrazing	Weinig licht Menging	<i>Microcystis</i> mits in combinatie met <i>Ceratium</i>
Lo	Ondiepe en diepe oligotrofe tot eutrofe meren	Heterogene beschikbaarheid van nutriënten	Aanhoudende of diepe menging	<i>Chroococcus limneticus</i> <i>Merismopedia minutissima</i> <i>Snowella lacustris</i> <i>Woronichinia naegeliana</i>
M	Eutrofe tot hypertrofe, kleine tot middelgrote meren	Veel zonlicht (hoge irradiantie)	Doorspoeling Weinig licht	<i>Microcystis</i> (alle soorten)
Mp	Ondiepe meren die troebel zijn door opgewerfelde bodemdeeltjes			<i>Oscillatoria limnetica</i> <i>Cylindrospermum muscicola</i> <i>Pseudanabaena galeata</i>
R	Metalimnion en bovenste hypolimnion van diepe, oligo- tot mesotrofe meren	Weinig licht Heterogene beschikbaarheid van nutriënten	Instabiele stratificatie	<i>Planktothrix rubescens</i> <i>Planktothrix mougeotii</i>
S1	Ondiepe, troebele, goed gemengde meren	Zeer weinig licht	Doorspoeling	<i>Planktothrix agardhii</i> <i>Limnothrix</i> , <i>Planktolyngbya</i> <i>Pseudanabaena limnetica</i>
S2	Ondiepe, (sterk) alkalische, warme meren	Weinig licht	Doorspoeling	<i>Arthrospira platensis</i> <i>Spirulina</i>
Sn	Ondiepe, goed gemengde warme meren	Weinig licht Laag gehalte N	Doorspoeling	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> <i>Raphidiopsis mediterranea</i>
T _c	Aangroei in eutrofe plassen of (soms) langzaam stromende rivieren met veel waterplanten		Troebelheid	<i>Aphanothece stagnina</i> <i>Gloeotrichia pismus</i> <i>Merismopedia</i> p.p., <i>Microcrocis</i> <i>Heteroleibleinia</i> , <i>Phormidium</i>

Bronnen: Reynolds (2006) en Padisak *et al.* (2009); vertaald en aangevuld door Ronald Bijkerk.

Drijfalggen

De drijfalg is de meest opvallende vorm van overlast. Hij ontstaat door cyanobacteriën die hun soortelijk gewicht met gasblaasjes (aerotopen) kunnen verkleinen tot een waarde net onder die van water. Deze verandering van het soortelijk gewicht is een cyclisch proces (figuur 5):

- relatief lichte cellen in de drijf laag ontvangen veel licht voor fotosynthese, worden zwaarder door de gevormde koolhydraten en ook wel het knappen van gasvacuolen, en zakken naar beneden;
- relatief zware cellen beneden in de waterkolom ontvangen weinig licht, verbruiken de koolhydraten, maken nieuwe gasvacuolen aan, worden lichter en stijgen naar boven.



Figuur 5 Cellen van drijf laagvormende blauwalgen worden afwisselend lichter dan water door gasblaasjes en zwaarder door de vorming van koolhydraten (ballast). Bron figuur: STOWA.

Het voordeel van deze cyclus is dat de organismen afwisselend kunnen profiteren van relatief nutriëntrijke diepere lagen en relatief CO₂- en lichtrijke oppervlakkige lagen. In de meeste gevallen worden drijf lagen veroorzaakt door soorten uit de geslachten *Anabaena* en *Microcystis*.

Blauwalgoverlast en stuurfactoren

Uit onderzoek blijkt dat de hoeveelheid en soortenrijkdom van blauwalgen in meren toeneemt met de hoeveelheid voedingsstoffen, maar ook met de geleidbaarheid, alkaliniteit en zuurgraad (Komárková-Legnerová & Eloranta 1992). Door eutrofiëring stijgt de kans op blauwalgoverlast en verandert de samenstelling van de verantwoordelijke blauwalgsoorten. In de volgende paragraaf beschrijven we de omstandigheden waaronder bloeien van *Anabaena* en *Microcystis* in Nederland zijn aangetroffen. Dit zijn de blauwalgbloeien die we kunnen verwachten in de Twentse zwemwateren. De beschrijving is afkomstig uit een studie naar de stuurfactoren van algenbloeien, waarbij gegevens van een groot aantal Nederlandse wateren geanalyseerd zijn (Bijkerk 2005).

Meer overlast door opwarming?

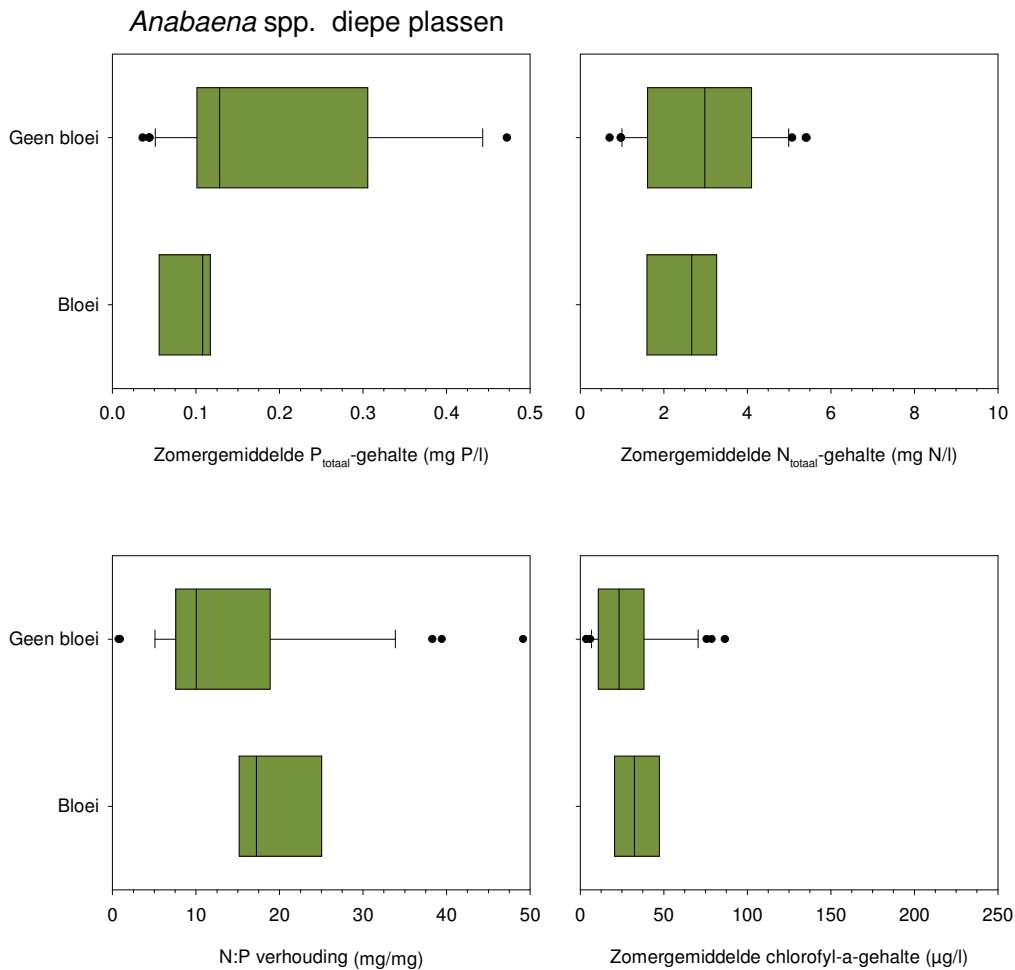
Onderzoekers verwachten een toename van de hinder van blauwalgen door de opwarming van de aarde. Dit komt omdat blauwalgen in het algemeen meer profiteren van een verhoogde watertemperatuur dan andere algen (Jöhnk *et al.* 2008, Paerl & Huisman 2008).

3.2 Stuurfactoren

Bloeien van *Anabaena* spp.

In de KRW-maatlat spreken we van een *Anabaena*-bloeï bij een dichtheid boven achthonderd draden per ml (> 5 mm³/l). Bloeien van *Anabaena* zijn vaak kortdurend, maar kunnen optreden onder uiteenlopende trofiegraden tot in het mesotrofe gebied. De

meeste kans op bloeien in diepe meren (> 3 m diep) treedt op bij P_{totaal} -gehalten tussen 0.06 en 0.12 mg/l (figuur 6). Bij P_{totaal} -gehalten boven 0.1 mg P/l is de kans op *Anabaena*-bloeien klein, maar dan kan *Microcystis* voor zware bloeien gaan zorgen (figuur 8). In ondiepe meren is de kans op *Anabaena* bloeien groter bij lagere N:P-verhoudingen (9-15 mg/mg), maar in diepere plassen gaat dit niet op; beneden een N:P van 15 mg/mg zijn geen *Anabaena*-bloeien gevonden. Overigens zijn er landelijk gezien relatief weinig waarnemingen van *Anabaena*-bloeien in diepere plassen.

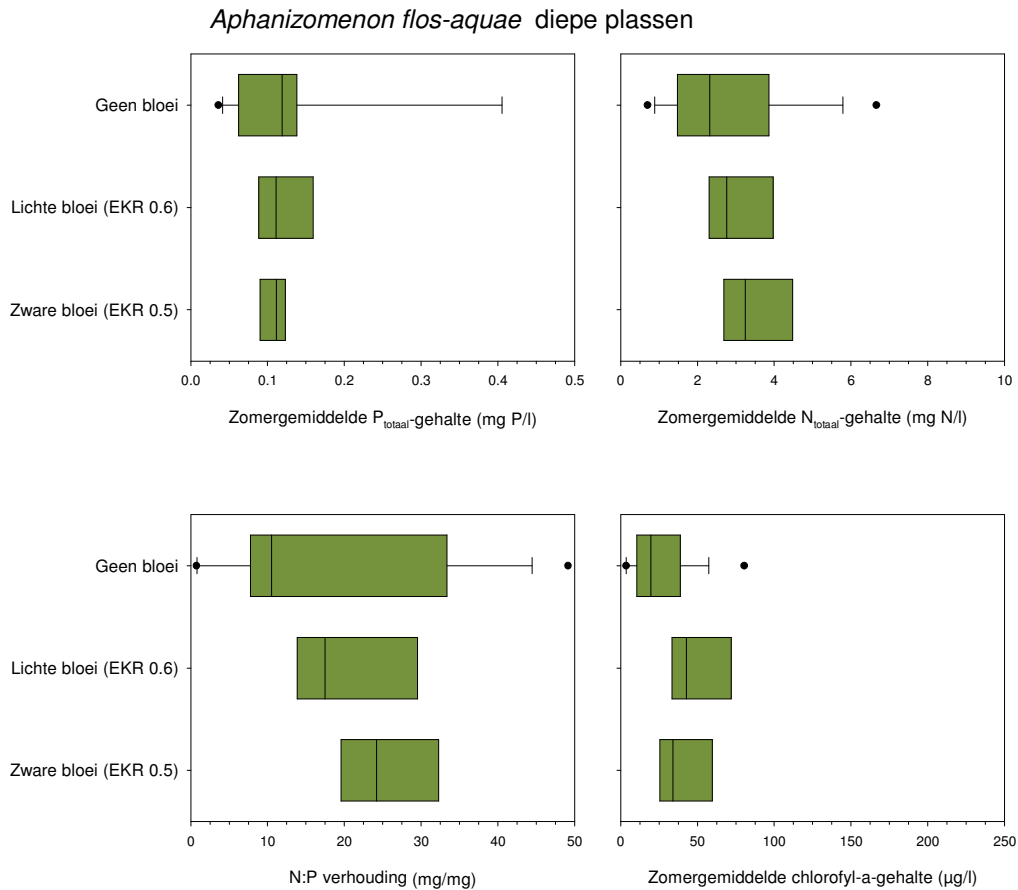


Figuur 6 Omstandigheden wat betreft voedselrijkdom waaronder *Anabaena*-bloeien in Nederland zijn waargenomen. De afwezigheid van *Anabaena*-bloeien bij P_{totaal} -gehalten boven 0.11 mg P/l is te verklaren uit concurrentie met andere algen. Bron: Bijkerk 2005.

Bloeien van *Aphanizomenon* spp.

De meest in het oog lopende bloeien van *Aphanizomenon* betreffen de soort *flos-aquae*. Deze soort vormt kolonies die met het blote oog te zien zijn als kleine grassprietjes en kan drijfvlagen vormen. Bloeien treden vaak op in een zeer voedselrijke, ondiepe plassen (> 0.25 mg P/l) waar een hoge graasdruk heerst van zoöplankton. Net als bij *Anabaena* maken we in de KRW-maatlat onderscheid tussen lichte bloeien (1 000 tot 2 000 draden per ml) en zware bloeien met kans op drijfvlagen (> 2 000 draden per ml). Bloeien treden

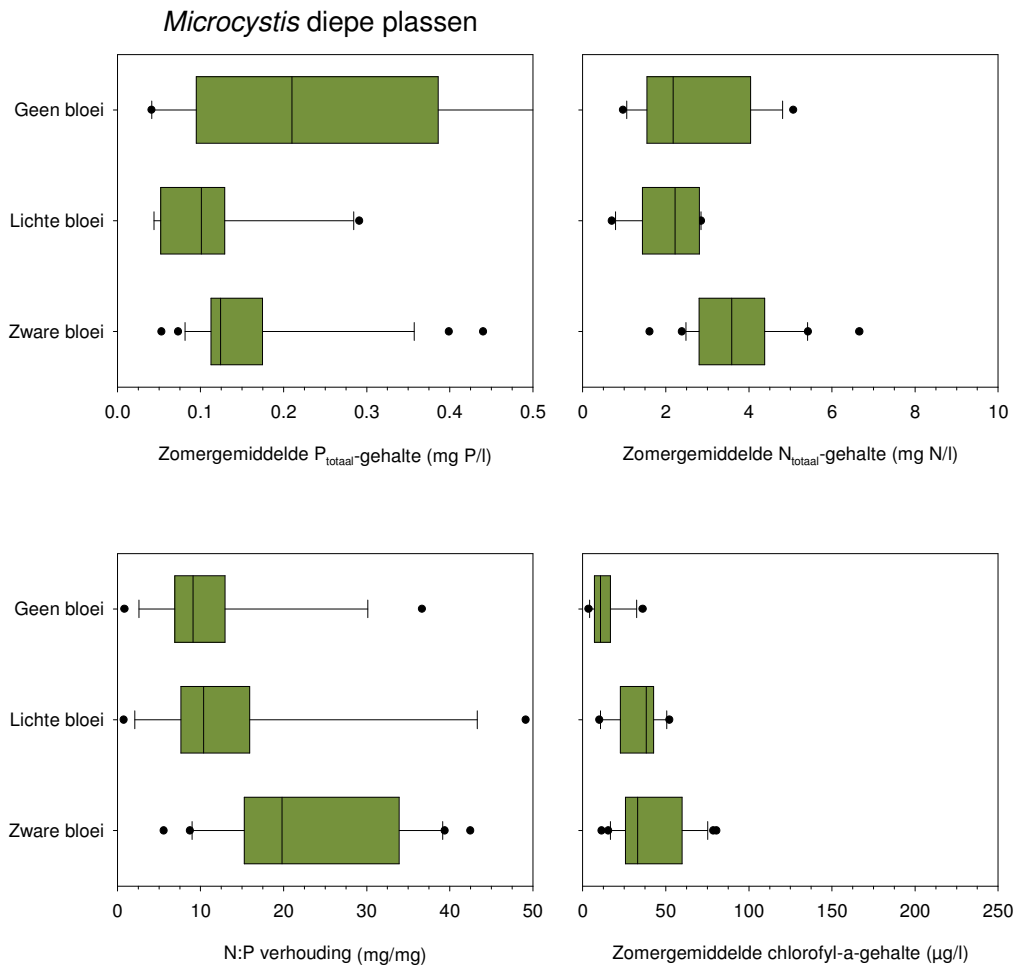
in ondiepe en diepe meren meestal op bij P_{totaal} -gehalten boven 0.09 à 0.10 mg P/l (figuur 7; Bijkerk 2005). Ofschoon *A. flos-aquae* in staat is tot stikstoffixatie zijn in Nederlandse plassen geen bloeien gevonden bij N:P-verhoudingen beneden 10 mg/mg.



Figuur 7 Omstandigheden wat betreft voedselrijkdom waaronder *Aphanizomenon flos-aquae*-bloeien in Nederland zijn waargenomen. Bron: Bijkerk 2005.

Bloeien van *Microcystis* spp.

Ook bloeien van *Microcystis* kunnen licht zijn (20 000 tot 100 000 cellen per ml) en zwaar (meer dan 100 000 cellen per ml) met omvangrijke drijfslagen. Lichte bloeien treden in diepe plassen meestal op bij P_{totaal} -gehalten tussen 0.05 en 0.13 mg P/l en zware bloeien bij hogere gehalten tussen 0.11 en 0.17 mg P/l (figuur 8). *Microcystis*-bloeien komen in diepe plassen niet of nauwelijks voor bij een N:P-verhouding beneden 8 mg/mg.



Figuur 8 Omstandigheden wat betreft voedselrijkdom waaronder *Microcystis*-bloeien in Nederland zijn waargenomen. De afwezigheid van *Microcystis*-bloeien bij P_{totaal} -gehalten boven 0.17 mg P/l is te verklaren uit concurrentie met andere algen. Bron: Bijkerk 2005.

4 Bespreking van de resultaten

4.1 Fytoplankton

Hoeveelheid en soortensamenstelling

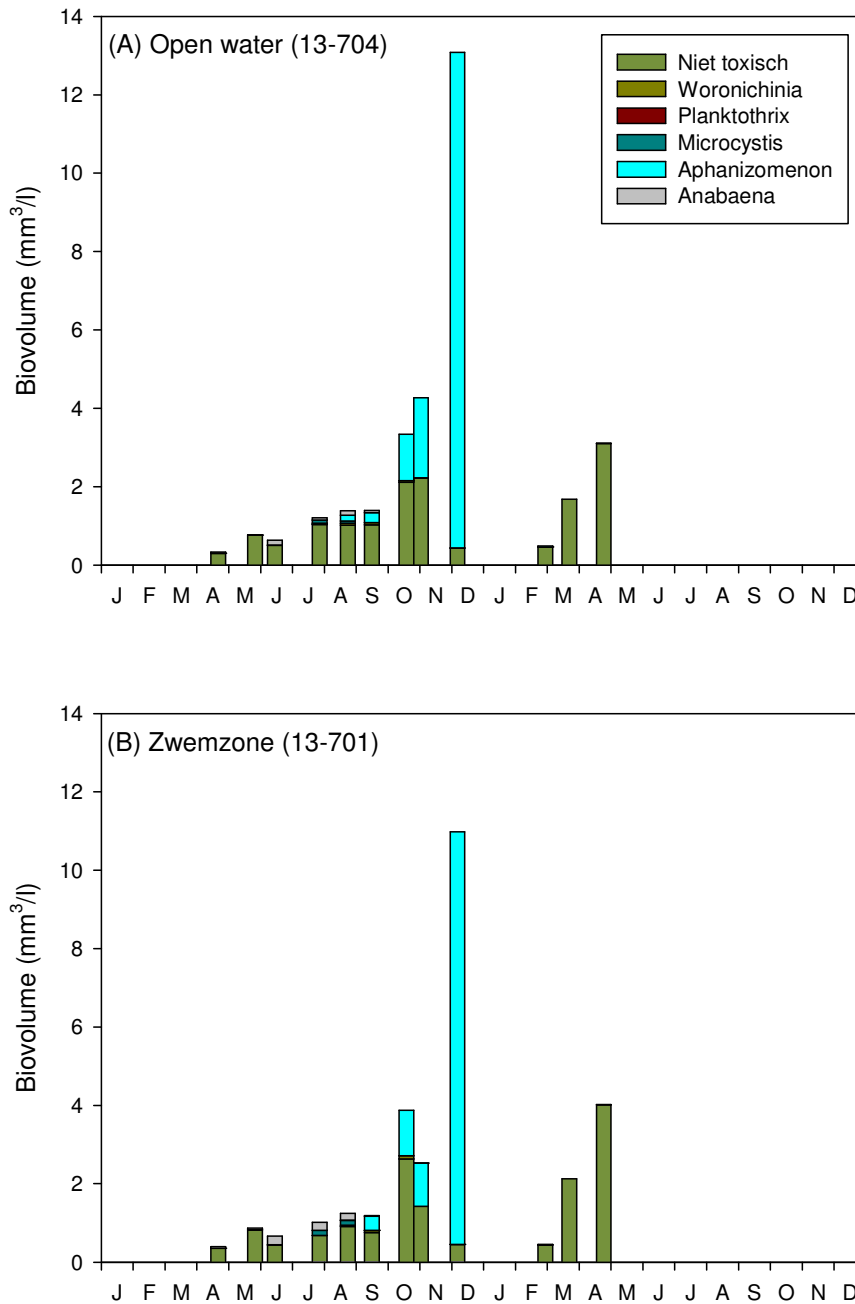
Uit figuur 9 leiden we af dat de hoeveelheid fytoplankton in Het Lageveld in de zomer van 2009 niet of nauwelijks meer bedraagt dan $1 \text{ mm}^3/\text{l}$, maar daarna sterk toeneemt tot een piek van 11 à $13 \text{ mm}^3/\text{l}$. De gemeten chlorofyl-a-gehalten zijn in dit zomerhalfjaar meestal lager dan de detectielimiet. Uit het fytoplanktonbiovolume kunnen we voor het open water een zomergemiddeld gehalte berekenen van $6.3 \mu\text{g}/\text{l}$ en voor de zwemzone op het ondiepe punt $6.1 \mu\text{g}/\text{l}$ ¹. In oktober-december zijn geen chlorofyl-a-gehalten gemeten, maar we kunnen uit het fytoplanktonvolume een piekgehalte berekenen van 34 à $38 \mu\text{g Chla}/\text{l}$ (ter vergelijking: het berekende gehalte in april 2010 bedraagt $17.2 \mu\text{g}/\text{l}$ op 13-701 en het gemeten gehalte $21 \mu\text{g}/\text{l}$, een verschil van minder dan 20%).

Relatief grote hoeveelheden fytoplankton zijn aangetroffen in de maanden oktober-november 2009. Het gaat hierbij hoofdzakelijk om de potentieel toxische blauwalg *Aphanizomenon flos-aquae* var. *klebahnii*. Op andere tijdstippen zijn flagellaten uit de groepen cryptophyceen, dinoflagellaten en goudalgen belangrijk (tabel 4).

Tabel 4 Overzicht van fytoplanktontaxa met een biovolumebijdrage groter dan 10% op enig moment in de periode april 2009 tot en met april 2010, in Het Lageveld.

	A	M	J	J	A	S	O	N	D	...	M	A
<u>Cryptophyceen</u>												
Cryptomonas	+	+	+	+		+					+	+
<u>Dinoflagellaten</u>												
Ceratium hirundinella		+	+		+							
Peridiniaceae									+			
<u>Goudalgen</u>												
Chrysochromulina parva												+
Dinobryon												+
Ochromonadaceae	+	+					+	+				
Pseudopedinella												+
<u>Groenalgen</u>												
Chlorophyta > 5 μm	+			+	+							
<u>Kiezelalgen</u>												
Asterionella formosa												+
Aulacoseira granulata									+			
Discostella stelligera												+
<u>Oogflagellaten</u>												
Trachelomonas	+											
<u>Blauw algen</u>												
Anabaena				+								
Aphanizomenon flos-aquae					+	+	+	+	+			

¹ Op grond van de regressie: $\log [\text{Chla}] = 0.825 + 0.679 \log [\text{Biovolume}]$ (Bijkerk ongepubl.)



Figuur 9 De hoeveelheid fytoplankton in Het Lageveld in de periode april 2009 tot en met april 2010. Onderscheid is gemaakt tussen niet toxische algen en potentieel toxische blauwalgen.

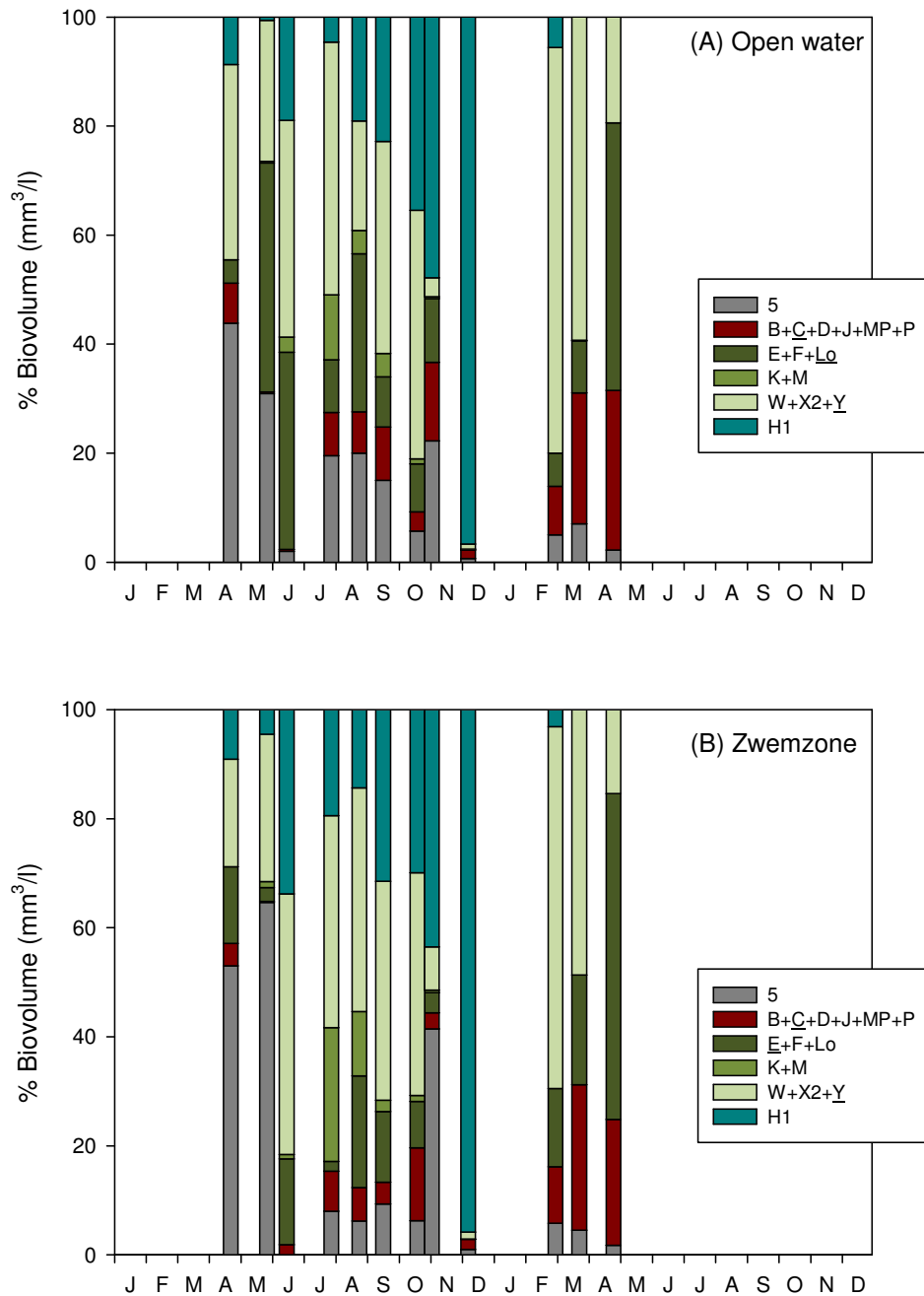
Stuurfactoren

Om de stuurfactoren achter de ontwikkeling van het fytoplankton op te sporen, hebben we de aangetroffen taxa ingedeeld in functionele groepen volgens Reynolds *et al.* (2000) en Padisak *et al.* (2009). Functionele groepen kenmerken zich door een eigen habitatkeuze en specifieke sterke (toleranties) en zwakke (gevoeligheden) kanten ten aanzien van stuurfactoren als nutriënten, licht en begrazing. In Het Lageveld hebben de groepen uit tabel 5 een gemiddelde biovolumebijdrage van meer dan 1% over de

onderzoekperiode. Het hoogste gemiddelde aandeel hebben de groepen H1 (*Aphanizomenon flos-aquae*), Y (*Cryptomonas*) en 5 (onbekende algen) (figuur 10). De eerste groep omvat potentieel stikstoffixerende blauwalgen van eutrofe wateren. Naast hun vermogen tot stikstoffixatie (een activiteit die veel energie kost en niet optreedt bij nitraatgehalten boven 0.3 mg N/l), kunnen ze hun drijfvermogen reguleren en zijn ze over het algemeen goed bestand tegen begrazing. Ze zijn gevoelig voor menging en weinig licht. *Cryptomonas* (Y) is een groep van flagellaten die in uiteenlopende wateren vertegenwoordigd is. Ze zijn bestand tegen weinig licht, sedimenteren niet, maar zijn gevoelig voor begrazing door zoöplankton.

Tabel 5 Belangrijkste functionele fytoplanktongroepen aangetroffen in Het Lageveld.

Groep	Habitatkeuze	Toleranties	Gevoeligheden	Voorbeelden
5	Onbekend	Onbekend	Onbekend	Chlorophyta >5 µm, Ochromonadaceae
B	Gemengde, mesotrofe, kleine tot middelgrote meren	Lichttekort	pH-stijging, Si-tekort, stratificatie	<i>Discostella stelligera</i>
C	Gemengde, eutrofe, kleine tot middelgrote meren	Lichttekort, C-tekort	Si-tekort, stratificatie	<i>Asterionella formosa</i> , <i>Aulacoseira ambigua</i>
E	Ondiepe, basenarme, of heterotrofe plassen	Nutriëntentekort (mixotrofie)	CO ₂ -tekort	<i>Dinobryon</i> , <i>Mallomonas</i>
F	Heldere, diep gemengde, meso- tot eutrofe meren	Nutriëntentekort	CO ₂ -tekort, hoge troebelheid	<i>Oocystis</i> , <i>Pseudosphaerocystis</i>
H1	Stikstoffixerende blauw algen van eutrofe meren	N-tekort, C-tekort, begrazing	Menging, P-tekort, lichttekort	<i>Anabaena</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>
K	Ondiepe, voedselrijke w aterkolommen	C-tekort, begrazing?	Diepe menging	<i>Aphanothece</i> , <i>Cyanogranis</i>
Lo	Ondiepe en diepe, oligo- tot eutrofe meren	Heterogene verdeling N en P, begrazing	Aanhoudende, of diepe menging	<i>Ceratium hirundinella</i> , <i>Peridiniaceae</i> , <i>Woronichinia</i>
M	Eutrofe tot hypertrofe plassen en meren	Hoge instraling	Doorspoeling, lichttekort	<i>Microcystis</i>
MP	Door regelmatige opw erveling troebele, ondiepe meren			<i>Cocconeis placentula</i> , <i>Amphora</i> , <i>Nitzschia</i>
P	Eutrofe tot hypertrofe, gemengde, twee tot drie meter diepe w aterkolommen (ondiepe meren of epilimnia)	Mild lichttekort en C-tekort	Si-tekort, stratificatie	<i>Aulacoseira granulata</i> , <i>Fragilaria crotonensis</i> , <i>F. capucina</i>
W	Kleine meso- tot eutrofe plassen, vaak organisch verrijkt	Hoog BOD?	Begrazing?	<i>Euglena</i> , <i>Gonium</i> , <i>Synura</i> , <i>Trachelomonas</i>
X1/X2	Ondiepe, meso-eutrofe, heldere, gemengde w aterlagen	Stratificatie	Menging, begrazing	<i>Chlamydomonas</i> , <i>Chrysochromulina</i> , <i>Pseudopedinella</i>
X2/X3	Ondiepe, heldere, gemengde w aterlagen	Lage alkaliniteit, Nutriëntentekort	Menging, begrazing	<i>Chrysococcus</i> , <i>Ochromonas</i>
Y	Uiteenlopende plassen en meren	Lichttekort	Begrazing	<i>Cryptomonas</i>



Figuur 10 Aandeel van clusters van functionele groepen in het biovolume van fytoplankton in de periode april 2009 tot en met april 2010 in Het Lage Veld. A = open water (13-704) en B = zwemzone (13-701).

De belangrijkste potentieel toxische blauwalgen, blauwalgen met een biovolume-aandeel groter dan 5%, behoren in Het Lageveld tot de groep H1 (stikstoffixerende blauwalgen: *Anabaena* en *Aphanizomenon*). Het aandeel *Microcystis* (M) is veel lager en kwam alleen in juli 2009 boven 5% uit. De groep H is in 2009 in alle monsters vertegenwoordigd. In april-juli domineert *Anabaena*, in augustus-december *Aphanizomenon flos-aquae* var. *klebahnii*.

Samenvattend is het fytoplankton van Het Lageveld divers qua ecologische preferenties. De meeste soorten hebben een voorkeur voor eutrofe tot matig eutrofe plassen. De belangrijkste potentiële stuurfactoren zijn: begrazing (de intensiteit wisselt), de hoge beschikbaarheid van licht en een lage beschikbaarheid van fosfaat, ammonium en nitraat ten opzichte van fosfaat. Hierdoor kunnen stikstoffixerende blauwalgen en mixotrofe goudalgen (algen die ook organische stof eten) van tijd tot tijd een belangrijke rol in de fytoplanktongemeenschap spelen. Er is tussen open water en zwemzone geen groot verschil in de taxonomische of functionele samenstelling van het fytoplankton.

4.2 Waterplanten

Bedekking en soortensamenstelling

Ondergedoken en drijvende waterplanten komen in Het Lageveld weinig voor maar met zeven soorten is de soortenrijkdom in deze betrekkelijk kleine plas redelijk (tabel 6). Een dergelijk laag bedekkingspercentage hoort bij de matige ecologische toestand van dit watertype M16 (van der Molen & Pot 2007). Naaldwaterbies (*Eleocharis acicularis*) en de kranswieren Teer kransblad (*Chara virgata*) en Brokkelig kransblad (*Chara contraria*) zijn de meest algemene soorten. In de oeverzone komt hier en daar emergente vegetatie met vooral Grote lisdodde (*Typha latifolia*) en Riet (*Phragmites australis*) en plaatselijk Gewone waterbies (*Eleocharis palustris*) en Naaldwaterbies. Een bijzondere soort is Smalle waterweegbree (*Alisma gramineum*).

Tabel 6 Soortensamenstelling en bedekking van de watervegetatie per vegetatielaag in procenten van het begroeibare areaal (0-4.5 m diep), in juni en augustus 2009.

Vegetatielaag / soort	Bedekking / Abundantie	
	Juni	Augustus
Ondergedoken (submers)	10%	15%
Naaldwaterbies (<i>Eleocharis acicularis</i>)	5	5
Brokkelig kransblad (<i>Chara contraria</i> var. <i>contraria</i>)	5	3
Teer kransblad (<i>Chara virgata</i>)	3	5
Buigzaam glanswier (<i>Nitella flexilis</i>)	2	
Puntdragend glanswier (<i>Nitella mucronata</i>)		2
Smalle waterpest (<i>Elodea nuttallii</i>)	3	2
Schedefonteinkruid (<i>Potamogeton pectinatus</i>)	1	
Tenger fonteinkruid (<i>Potamogeton pusillus</i>)	3	3
Smalle waterweegbree (<i>Alisma gramineum</i>)		1
Drijvend	1%	1%
Veenwortel (<i>Persicaria amphibia</i>)	2	1
Emers	1%	1%
Gewone waterbies (<i>Eleocharis palustris</i>)	2	
Grote lisdodde (<i>Typha latifolia</i>)	3	3
Pitrus (<i>Juncus effusus</i>)	1	
Riet (<i>Phragmites australis</i>)	3	3
Kroos	0%	0%
Flab	0%	0%
Totaal water	10%	15%

Verspreiding

Ondergedoken waterplanten hebben we in Het Lageveld gevonden tot op een diepte van 4 m onder de waterspiegel; het ging hierbij om Teer kransblad. Hieruit kunnen we afleiden dat het zomergemiddeld doorzicht zo'n 3.3 m zal bedragen.² De meeste watervegetatie bevindt zich in een zone tussen ca. 1 en 3.5 m diep.

In Het Lageveld is maar een tiende deel van het begroeibare areaal daadwerkelijk begroeid. De watervegetatie is het best ontwikkeld langs de westelijke oever. Dit komt door het beheer dat een frequente verwijdering van de watervegetatie omvat in de zwemgebieden. Langs de westelijke oever groeit ondergedoken veel Naaldwaterbies, met dieper verschillende soorten kranswieren en een enkele plant Smalle waterweegbree. Tussen het eiland en de oostelijke oever van het Lageveld zijn er nog wat velden met waterpest aangetroffen.

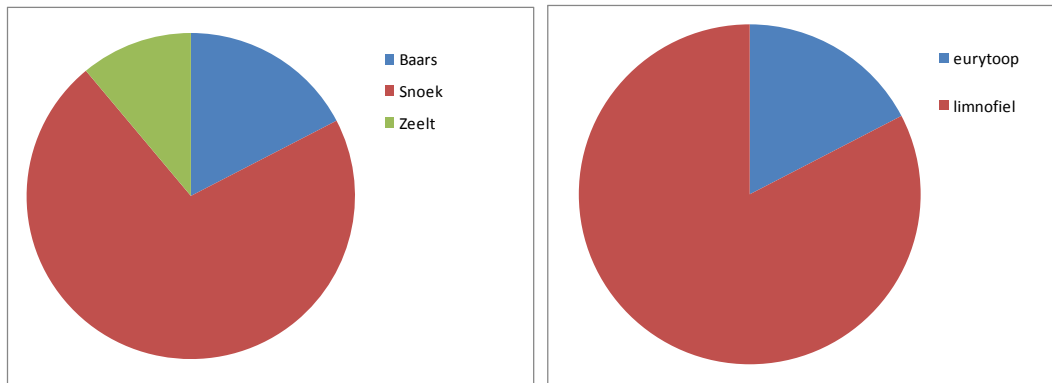
De emergente watervegetatie is eigenlijk alleen goed ontwikkeld langs de westelijke oever van de plas (figuur 11). Elders is de oever beschoeid of bevinden zich strandjes (figuur 2). Langs de westelijke oever is sprake van een flauw talud en een moerasachtige situatie.



Figuur 11 Emergente vegetatie langs de westelijke oever van Het Lageveld.

² Op grond van de vuistregel dat de grens voor ondergedoken waterplanten doorgaans ligt op het punt waar nog 10% van het zonlicht doordringt (Phillips 2006).

waarschijnlijk op een dieet van Baars, jonge Snoek en jonge watervogels en kikkers. Ook de aanwezige Baars is over het algemeen klein wat eveneens wijst op een lage beschikbaarheid van dierlijk voedsel (zie bijlage II).



Figuur 12 Procentuele verdeling van soorten en ecologische gildes in Het Lageveld, 2009, op basis van biomassa (kg).

Naast exemplaren kleiner dan tien centimeter zijn er drie grote zeelten aangetroffen (bijlage II). Deze zijn afkomstig van een uitzetting van enige jaren geleden, die gedaan is om slakken te bestrijden die zwimmersjeuk kunnen veroorzaken (pers. med. J. Oude Avenhuis). De slakken waren indertijd vooral op waterpest aanwezig. In de zomer van 2009 was er maar weinig waterpest aanwezig, waardoor de hoeveelheid slakken beperkt zal zijn geweest. De gevangen grote exemplaren Zeelt waren erg mager (figuur 13), wat ook bij deze soort wijst op voedselgebrek. We verwachten daarom dat de Zeelt de komende jaren zal verdwijnen; ondanks het feit dat er wel enige reproductie plaats vindt in Het Lageveld lijken er helemaal geen 'tussenmaatjes' te zijn (bijlage II).



Figuur 13 Een in Het Lageveld gevangen Zeelt (*Tinca tinca*).

4.4 Watervogels

De Twentse Vogelwerkgroep heeft van medio mei 2009 tot en met april 2010 maandelijks watervogeltellingen uitgevoerd (tabel 9). Hieruit blijkt dat Wilde Eend, Meerkoet, Kuifeend Fuut en Grauwe gans vrijwel steeds vertegenwoordigd is, in meer of minder sterk wisselende aantallen. De aantallen in de maanden januari en februari kunnen zijn beïnvloed door ijsgang.

Het vrij kleine aantal Meerkoeten in de zomermaanden is indicatief voor de spaarzame bedekking van oever- en watervegetatie. In de wintermaanden leven deze vogels grotendeels van bodemdieren die opgedoken worden. De aanwezigheid van een enkele Fuut duidt op een gering bestand van prooivis in de vorm van jonge Baars of witvis. In de zomer van 2009 was er een flinke groep Grauwe gans aanwezig, die zich ook in het park voortplant. Hun aanwezigheid komt tot uiting in de sterke begrazing van het Riet langs de westelijke oever van de plas.

Tabel 9 Resultaat van de watervogeltellingen in Het Lageveld.

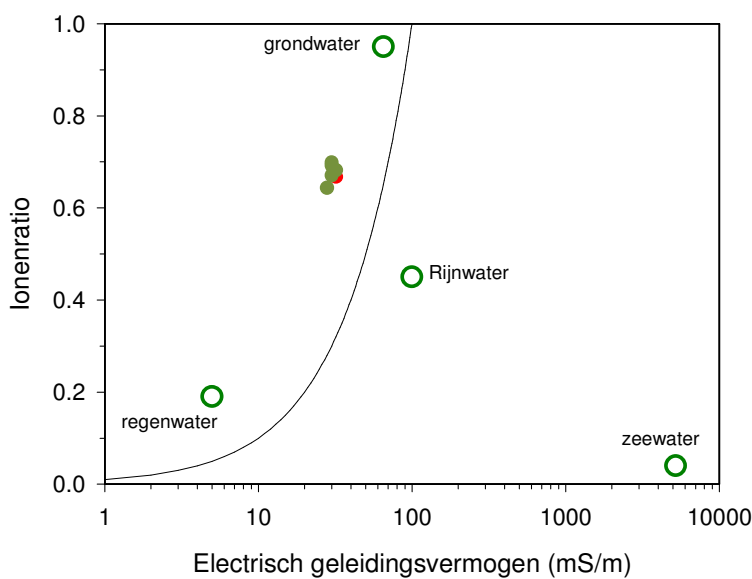
Soort	2009							2010			
	16-mei	20-jun	18-jul	15-aug	19-sep	17-okt	14-nov	16-jan	13-feb	13-mrt	17-apr
Fuut	1	1		2	1	1	1			1	1
Blauwe reiger			2	2							
Knobbelzwaan										1	
Kolgans		2									
Grauwe gans	25	18+6juv ¹	35	1	2	1	1			12	4+5juv
Canadese gans		1 ¹								1	
Brandgans	8	6	2								20
Nijlgans	1	2+8juv	2+7juv	2+7juv	9		9			5	1
Wilde eend	11	31	9	12	15	18	202			34	15
Krakeend							1				
Smient							6				
Wintertaling							16				
Tafeleend							4			10	
Kuifeend	13	13+4juv	3+1juv	1	7	12	8			12	18
Waterhoen					1						1
Meerkoet	2	6	10	22	44	67	69			50	6
Scholekster	52	100	46							140	60
Oeverloper	7			2							
Grutto										10	
Kokmeeuw				33	41		11				1
Visdief		2									
Totaal	120	203	117	85	120	99	328	0	0	276	132

¹ Met aanvulling met waarneming van Koeman en Bijkerk bv tijdens vegetatie-opname

4.5 Herkomst en ionensamenstelling van het water

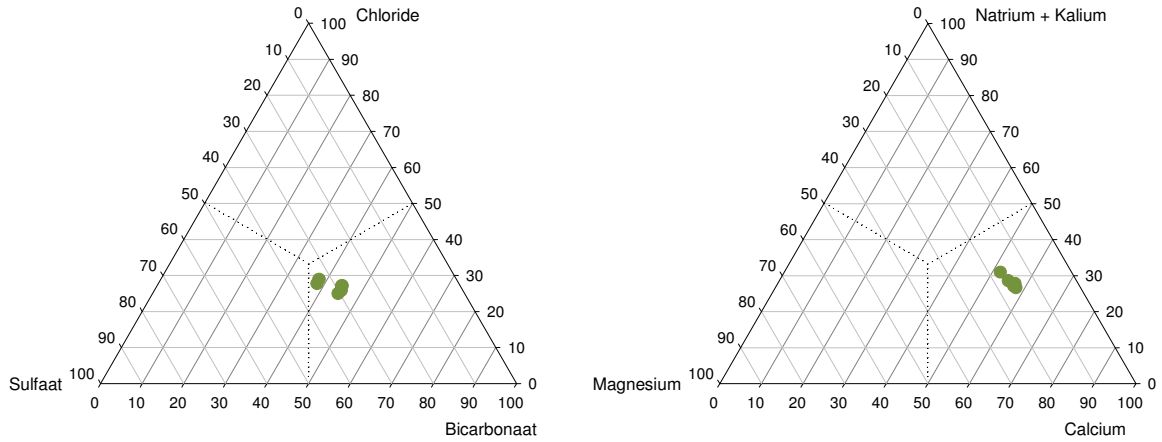
Het Lageveld wordt gevoed door zowel regen- als grondwater, waarbij de laatste bron iets belangrijker lijkt (figuur 14). In overeenstemming hiermee zijn bicarbonaat en calcium de overheersende macro-ionen (figuur 15).

De alkaliniteit van het water varieert in 2009-2010 van 0.98 tot 1.34 meq/l, met relatief lage waarden in de zomer en hogere waarden in de winter. Dat betekent dat het water matig gebufferd (matig hard) is en de plas getypeerd kan worden als M16 volgens de KRW-typologie (Elbersen *et al.* 2003). In 2006 was de alkaliniteit vergelijkbaar: 1.10 meq/l in juli.



Figuur 14 Uit de relatie tussen het EGv en de ionenratio blijkt dat Het Lageveld gevoed wordt door grond- en regenwater; de groene stippen geven de metingen in 2009-2010 weer, de rode erachter de meting in 2006; de open cirkeltjes zijn referentiepunten.

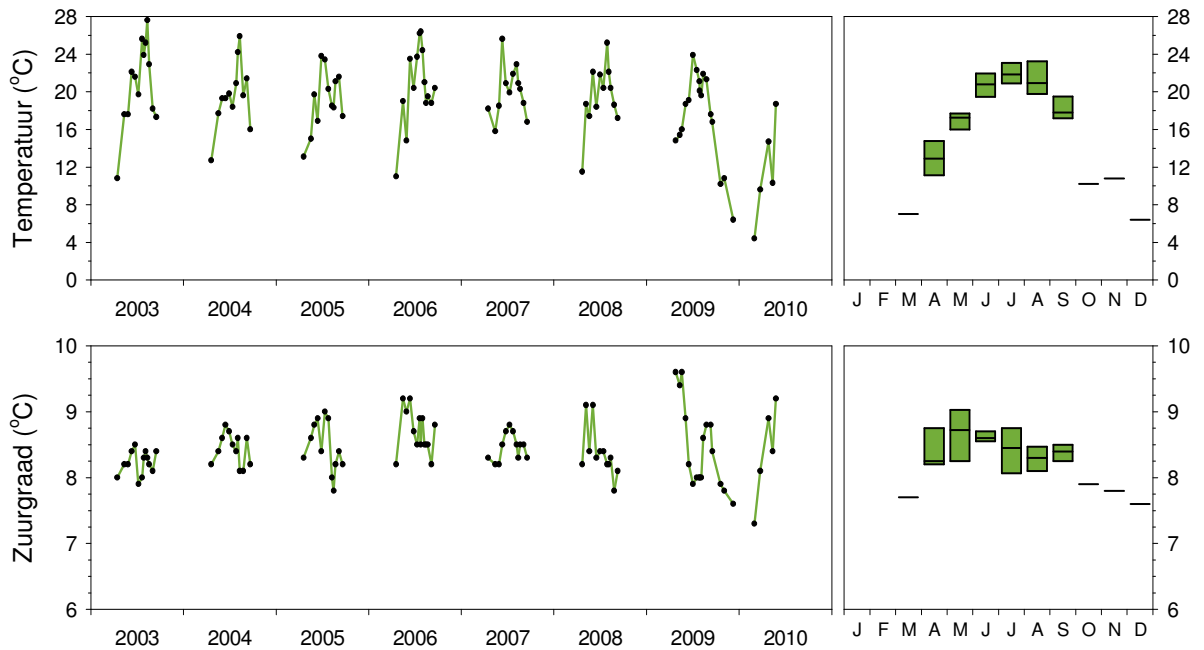
De waterplanten in Het Lageveld zijn soorten van matig harde tot harde wateren. Soorten met een voorkeur voor zachte wateren zijn niet gevonden. Smalle waterpest heeft een voorkeur voor bicarbonaat-gedomineerde wateren, de andere veelvoorkomende soorten zijn indifferent wat betreft macro-ionen (Naaldwaterbies, kransblad, Tenger fonteinkruid). Naaldwaterbies, Teer kransblad en Buigzaam glanswier zijn soorten van voedselarm water en fosfaatarme tot matig fosfaatrijke bodems (Bloemendaal & Roelofs 1988).



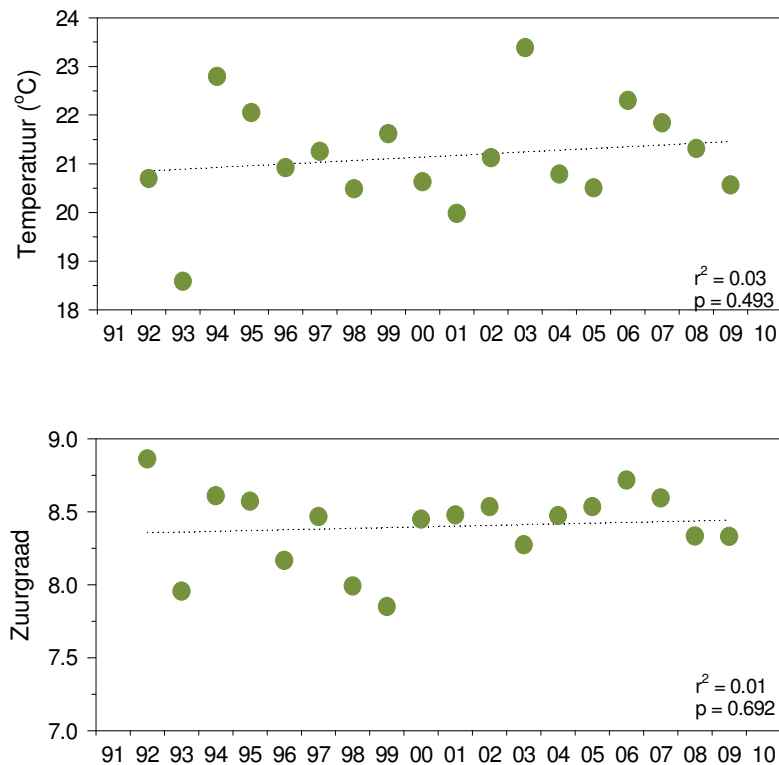
Figuur 15 Driehoekdiagrammen met het aandeel van de macro-anionen (links) en -kationen (rechts) in Het Lageveld, op basis van meq/l in 2009-2010.

4.6 Watertemperatuur en zuurgraad

Watertemperatuur en zuurgraad vertonen beide een duidelijk seizoensverloop met lage waarden in de winter en een maximum in respectievelijk juli en mei (figuur 16). De hoogste temperatuur is gemeten in augustus 2003 (27.6 °C) en de hoogste pH (9.6) in april en mei 2009. De pH-maxima zijn in de loop van 2003-2009 gestegen.



Figuur 16 Jaarlijkse ontwikkeling en het samengevatte seizoensverloop van temperatuur en zuurgraad op meetpunt 13-701, over de periode 2003 tot april 2010.



Figuur 17 Langjarige ontwikkeling van de seizoensgemiddelde (juni-augustus) watertemperatuur en zuurgraad in Het Lageveld, meetpunt 13-701.

In het langjarige verloop van de gemiddelde watertemperatuur in de maanden juni-augustus zit een lichte stijging, maar deze trend is niet significant. De hoogste seizoensgemiddelde temperatuur (23.4 °C) in de periode 1991-2009 werd gemeten in 2003 (figuur 17).

Ook de zuurgraad vertoont geen significante trend over dit tijdvak. Relatief hoge pH's van gemiddeld 8.9 en 8.7 in juni-augustus, zijn gemeten in 1992 en 2006.

Over de jaren 2000 tot 2010 is er een verwaarloosbaar, maar significant verschil in temperatuur en zuurgraad tussen de twee meetpunten voor de badstranden (tabel 10).

Tabel 10 Tussen de twee strandmeetpunten bestaat een zeer klein maar significant verschil in watertemperatuur en zuurgraad over de periode april 2000 tot mei 2010 (Wilcoxon $p < 0.001$); weergegeven zijn de mediane waarden over deze periode.

Meetpunt	Temperatuur		Zuurgraad	
	°C	n	pH	n
13-701	19.5	133	8.4	133
13-702	19.4	133	8.5	133

4.7 Nutriënten en chlorofyl-a

4.7.1 Algemeen

In hoofdstuk 2 is al opgemerkt dat er weinig waterkwaliteitsgegevens zijn uit de jaren vóór 2009 en alleen van het meetpunt 13-701. Hierdoor zijn trendanalyses beperkt mogelijk. Uit de metingen in 2009-2010 krijgen we een indruk van de huidige waterkwaliteit en van de ruimtelijke en seizoensvariatie in Het Lageveld.

De huidige gehalten van de voedingsstoffen N en P en van chlorofyl-a (als maat voor de fytoplanktonbiomassa) beschrijven we hier op basis van metingen op het punt 13-701, omdat van dit punt de meeste gegevens bekend zijn. De metingen in het NOZ-project laten, op zuurstof na, geen significante verschillen zien tussen dit punt en andere meetpunten, en voor de meetpunten 13-701 en 13-704, tussen oppervlakte (0-30 cm) en bodem (tabel 11).

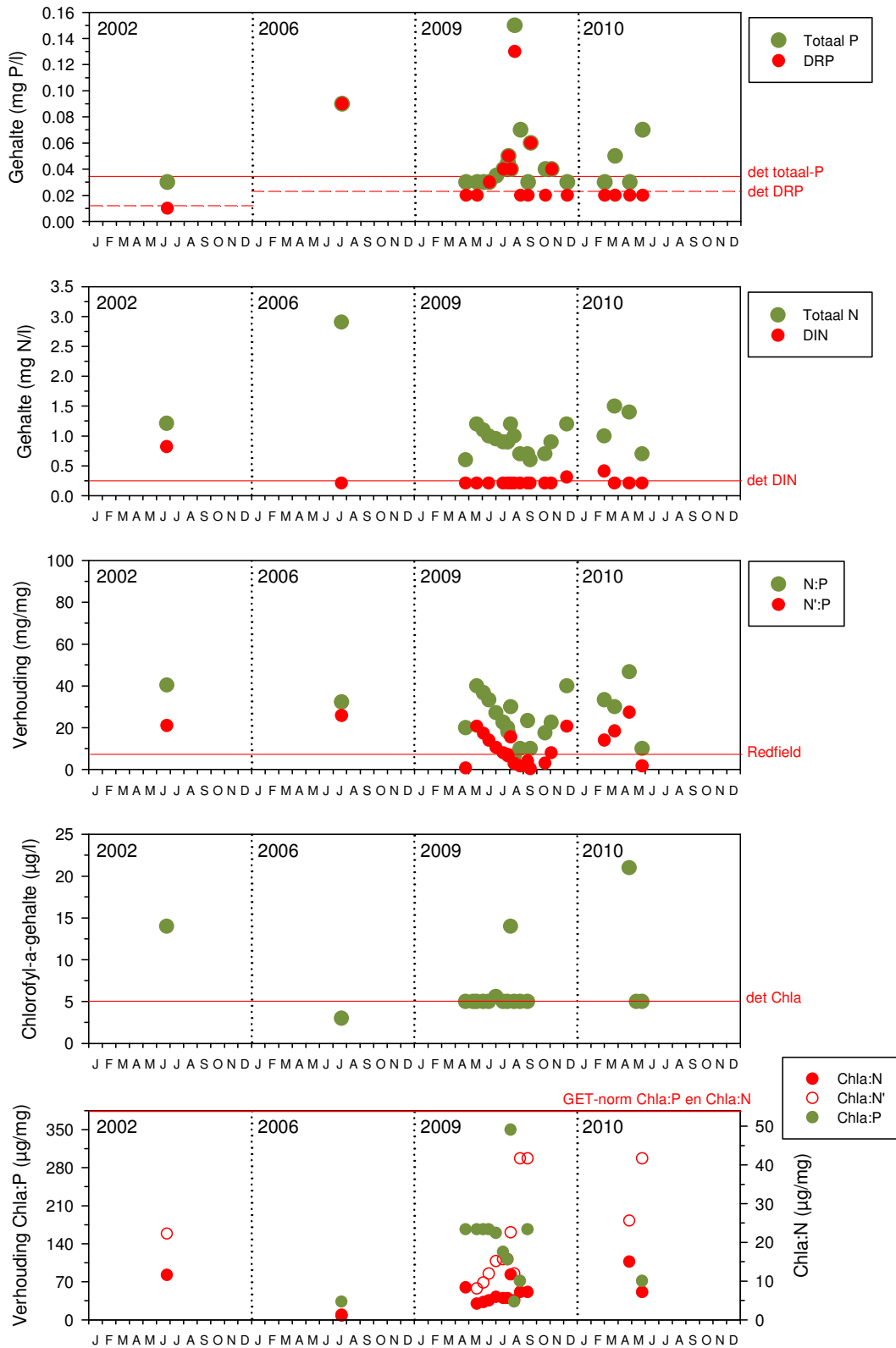
Tabel 11 Mediane waarden van enkele parameters gemeten in de periode april 2009 – mei 2010 op verschillende punten in Het Lageveld; significante verschillen (Wilcoxon $p < 0.05$) zijn onderstreept. NB: het aantal waarnemingen in de waarnemingsperiode is niet voor alle meetpunten gelijk.

Parameter	Eenheid	13-701	13-702	13-704	13-701		13-704	
					oppervl	bodem	oppervl	bodem
Ca	mg/l	33.50	nd	33.00	33.50	33.50	33.00	33.00
CHLFa	µg/l	< 5	< 5	-	< 5	-	-	-
Cl	mg/l	27.00	26.00	27.00	26.75	27.00	27.00	26.00
N	mg N/l	0.90	0.80	0.85	0.90	0.95	0.85	1.10
NH ₄	mg N/l	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
N _{Kj}	mg N/l	0.90	0.80	0.80	0.90	0.85	0.80	1.00
NO ₃	mg N/l	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
O ₂	mg/l	9.90	9.90	10.40	<u>10.40</u>	<u>9.60</u>	<u>10.40</u>	<u>8.85</u>
P	mg P/l	< 0.04	< 0.03	< 0.03	< 0.04	< 0.03	< 0.03	< 0.03
SO ₄	mg/l	41.00	-	41.5	41.00	41.50	41.50	41.00

- = niet gemeten

4.7.2 Fosfaat

In de waarnemingsperiode 2009-2010 schommelt het gehalte totaal-fosfaat tussen de detectielimiet van 0.03 mg P/l en 0.05 mg P/l, met af en toe een uitschieter van 0.06 tot 0.15 mg P/l in de zomermaanden (totaal P in figuur 18). Uit de gegevens komt geen duidelijk seizoenspatroon naar voren. Het zomergemiddelde totaal-fosfaatgehalte in 2009 bedraagt 0.039 tot 0.044 mg P/l op de ondiepe punten en 0.038 mg P/l op het diepe punt, als we gehalten beneden de detectielimiet gelijk stellen aan de detectielimiet. Daarmee voldoet dit zomergemiddelde aan de milieukwaliteitseisen van het waterschap (tabel 16). De waarde zou zelfs rond de 'werknorm' liggen voor de goede ecologische toestand (GET) wat betreft chlorofyl-a, van natuurlijke wateren van het type M16: 0.04 mg P/l (Heinis & Evers 2007; ook wel GET-norm genoemd; zie tabel 16 in hoofdstuk 5); deze norm markeert de grens tussen de GET en de matige ecologische toestand.



Figuur 18 Nutriënten en chlorofyl-a met detectielimieten en verhoudingen op meetpunt 13-701 (0-30 cm); zie paragraaf 4.7 voor een verklaring van de afkortingen).

Het gehalte opgelost reactief fosfaat (DRP of 'orthofosfaat') is meestal iets lager dan dat van totaal-fosfaat, maar op een aantal tijdstippen zijn de gehalten gelijk (DRP in figuur 18). Dit betekent dat er geen detecteerbare hoeveelheid aan deeltjes gebonden fosfaat (zoals fytoplankton en detritus) in het monster aanwezig was. Opvallend zijn de hoge DRP-gehalten in juli-september 2009. Een verhoogd gehalte is ook op het andere ondiepe punt, 13-702, gemeten en soms, maar niet altijd, op het diepe punt 13-704. Vermoedelijk heeft deze verhoging te maken met opwerveling van bodemdeeltjes door zwemmers, met afspoeling van meststoffen van de ligweides, met het maai-beheer in de zwemzone, en/of met stikstoflimitatie (zie hierna). Er is echter geen duidelijk verband tussen de verhoogde gehalten en de hoeveelheid neerslag (als maat voor de afspoeling) en de hoogste dagtemperatuur (als maat voor de hoeveelheid bezoekers; zie figuur 19). Van de werkelijke bezoekersaantallen zijn ons geen gegevens bekend.

Van de negentien meetwaarden van fosfaat en DRP uit de periode 2009-2010 ligt 37% beneden de detectielimiet van beide parameters (det totaal P en det DRP in figuur 18). De monitoring geeft hier dus niet altijd een goed beeld van de actuele fosfaatgehalten.

Ruimtelijke verschillen

In april 2009 – mei 2010 zijn op acht à tien tijdstippen metingen gedaan op meerdere punten. Uit deze metingen komen geen significante verschillen in het fosfaatgehalte naar voren, tussen de drie verschillende meetpunten afgebeeld in figuur 1 en tussen de bodem- en de oppervlaktemonsters op de punten 13-701 en 13-704 (tabel 11).

Achtergrondgehalte

Uit de alkaliniteit in meq/l en de gemiddelde diepte van een plas in m, kunnen we een schatting maken van het natuurlijke achtergrondgehalte van fosfaat (in µg/l) met behulp van de regressievergelijking van Vighi en Ghiaudani (1985):

$$\log [P] = 1.48 + 0.33 \log (\text{alkaliniteit} / \text{diepte}).$$

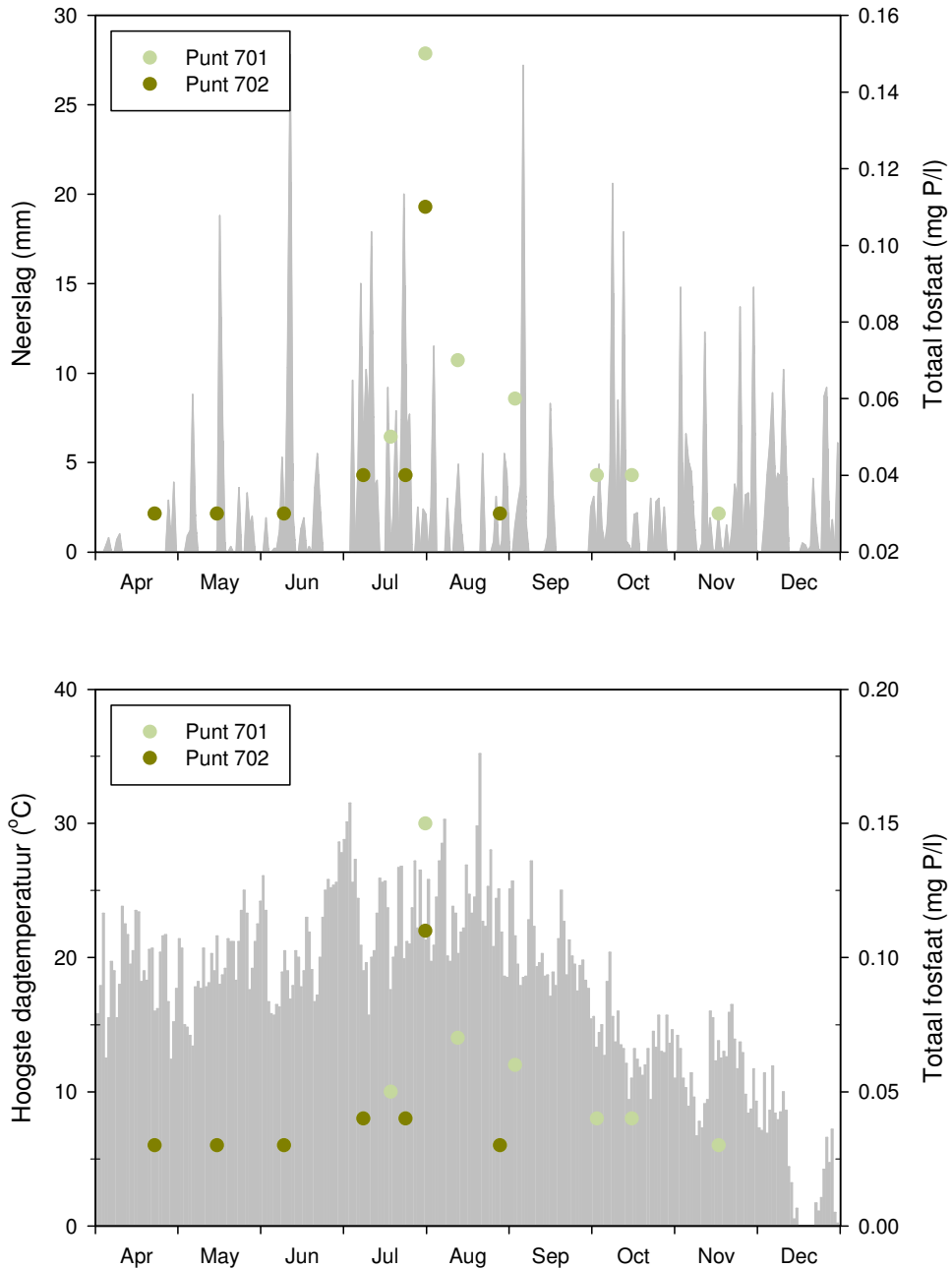
De gemiddelde diepte van Het Lageveld is niet precies bekend. Als we een diepte van 3.5 m veronderstellen komen we bij een gemiddelde alkaliniteit van 1.21 meq/l (op basis van het bicarbonaatgehalte) uit op een achtergrondgehalte van 0.021 mg P/l. Bij een gemiddelde diepte van 5 m is dat 0.019 mg P/l.

4.7.3 Stikstof

Het totaal-stikstofgehalte schommelt in de onderzoeksperiode tussen 0.5 en 1.5 mg N/l (totaal N in figuur 18). Bij een incidentele meting in juli 2006 werd een opvallend hogere waarde gemeten van 2,9 mg/l. In 2009-2010 vertoont het totaal-stikstofgehalte een onregelmatig verloop, met sterke fluctuaties in de zomer.

Het zomergemiddelde gehalte in 2009 bedraagt 0.89 tot 0.91 mg N/l op de twee ondiepe punten en 0.84 mg N/l op het diepe punt. Dat zijn lage waarden. Ook totaal-stikstof voldoet daarmee aan de milieukwaliteitseisen van het waterschap voor M16 (tabel 16) en aan de 'werknorm' voor de goede ecologische toestand wat betreft chlorofyl-a (tabel 17).

Het gehalte opgeloste anorganische stikstof (DIN) is het totaal van NO_2 , NO_3 en NH_4 . Het geeft de hoeveelheid stikstof die voor algen direct opneembaar is. Van ammonium (NH_4) en nitraat (NO_3) geeft 75% van de metingen in 2009 en 2010 een waarde lager dan de detectielimiet. Alleen in december-maart zijn de gehalten van beide stoffen langdurig gelijk aan of hoger dan 0.1 mg N/l.



Figuur 19 Gehalte van totaal-fosfaat (groene bolletjes) op de twee ondiepe punten tegen de hoeveelheid neerslag (grijze pieken bovenste grafiek; bron KNMI station Almelo) en de temperatuur (grijze pieken onderste grafiek; bron: KNMI station Twenthe).

Ruimtelijke verschillen

In april 2009 – mei 2010 zijn op acht à tien tijdstippen metingen gedaan van stikstofparameters op meerdere meetpunten. Uit deze waarnemingen komen geen significante verschillen naar voren tussen de drie verschillende meetpunten afgebeeld in figuur 1 en tussen de bodem- en de oppervlaktemonsters op de punten 13-701 en 13-704 (tabel 11).

4.7.4 Chlorofyl-a en doorzicht

Chlorofyl-a

Het gehalte van chlorofyl-a (Chla) is een maat voor de biomassa van het fytoplankton. Op het vaste meetpunt 13-701 komt dit gehalte in 2009-2010 maar drie keer uit boven de detectielimiet van 5 µg/l (det Chla in figuur 18). Dit geldt ook voor het andere ondiepe punt, 13-702, zodat geen significant verschil aantoonbaar is (tabel 11). Van de twee pieken op het punt 13-701, 14 µg/l op 3 augustus 2009 en 21 µg/l op 26 april 2010, treedt alleen de eerste ook op 13-702 op. In de fytoplanktonanalyses is deze laatste piek terug te vinden: uit het biovolume berekenen we een chlorofyl-a-gehalte van 17 µg/l (paragraaf 4.1) als gevolg van een bloei van de goudalg *Dinobryon*. Op 3 augustus is geen fytoplanktonbemonstering in de plas uitgevoerd.

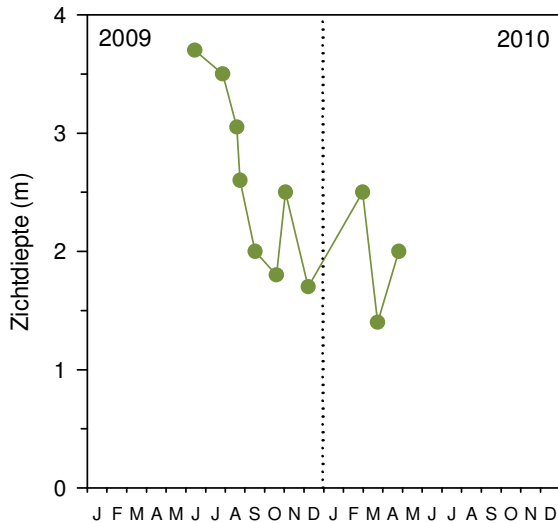
Op het punt midden op de plas, 13-704, zijn geen chlorofyl-a-metingen gedaan. Uit de fytoplanktonanalyses kunnen we berekenen (zie paragraaf 4.1) dat het chlorofyl-a-gehalte op 13-704 gemiddeld een fractie hoger is dan op 13-701 (4%), maar dat er geen significant verschil is tussen beide punten in de hoeveelheid fytoplankton

Het zomergemiddelde gehalte van chlorofyl-a in 2009 is minimaal lager dan 5 µg/l en bedraagt maximaal 5.2 à 5.5 µg/l. Hieruit kunnen we concluderen dat Het Lageveld wat chlorofyl-a betreft in ieder geval in de zeer goede ecologische toestand (ZGET) verkeert (GET-ZGET voor M16 bedraagt 5.8 µg/l (Van der Molen & Pot 2007).

Doorzicht

De doorzichtmetingen op het ondiepe meetpunt 13-701 geven aan dat er in de zwemzone vrijwel altijd sprake is van bodemzicht en kunnen dus niet gebruikt worden om de zichtdiepte in Het Lageveld te beschrijven. Dit kan wel met de metingen op het punt 13-704, uitgevoerd in 2009 en 2010, waar de waterdiepte een meter of acht bedraagt. Alleen zijn hier in april en mei 2009 geen metingen verricht. Gaan we er vanuit dat de zichtdiepte in deze maanden gelijk was aan die in juni, 3.7 m, dan komen we op een zomergemiddelde zichtdiepte van 3.3 m, gelijk aan onze schatting uit de waterplanten (paragraaf 4.2). Hiermee voldoet het zicht ruimschoots aan de milieukwaliteitseisen van het waterschap (tabel 16).

Na juli 2009 daalt het doorzicht echter zeer sterk tot een waarde van minder dan twee meter (figuur 20). Deze zeer snelle daling in de loop van de zomer van 2009 kan niet worden verklaard uit het chlorofyl-a-gehalte dat in april-september niet of nauwelijks boven 5 µg/l uitkomt. Vermoedelijk is de sterk gestegen troebelheid daarom het gevolg van de opwerveling van bodemdeeltjes door zwemmers en wellicht maai-activiteiten.



Figuur 20 Verloop van de zichtdiepte op het punt 13-704 in de periode 15 juni 2009 tot 26 april 2010.

4.7.5 Nutriëntenlimitatie en fytoplanktonopbrengst

Inerte fractie stikstof

De primaire nutriënten voor algengroei zijn koolstof, stikstof en fosfor. In zoete gebufferde wateren is van nature meestal fosfor (fosfaat) limiterend. Door denitrificatie kan 's zomers stikstof beperkend worden.

Uit de Vierde Eutrofiëringenquête bleek dat een deel van het totaal-stikstof in oppervlaktewateren vaak niet beschikbaar is voor algengroei. Hierdoor overschat men de trofiëgraad wat betreft stikstof en kan stikstof eerder beperkend zijn dan men op grond van het totaal-stikstofgehalte zou verwachten. De grootte van deze zogenaamde inerte fractie is geschat op 0.67 mg N/l (Portielje & Van der Molen 1998), op basis van een dataset van 231 overwegend ondiepe meren. Voor Het Lageveld lijkt dit in ieder geval te hoog, aangezien 0.6 mg N/l het laagste totaal-stikstofgehalte is dat gemeten is. Toch moeten we rekening houden met de aanwezigheid van een inerte fractie. Het totaal-stikstofgehalte bestaat voor een groot deel van het jaar uit organisch gebonden stikstof ($N_{Kjeldahl}$). De variatie in deze fractie vertoont echter geen relatie met de hoeveelheid fytoplankton, dus bestaat hij vermoedelijk uit detritus en dierlijk plankton.

We kunnen geen precieze schatting maken van de grootte van de inerte stikstof fractie in Het Lageveld, maar wel een range aangeven. Dit doen we met behulp van de Chl_a:N-verhouding die Heinis en Evers (2007) hebben berekend als 90-percentiel van de zomergemiddelden van 67 M16 meren (de GET-norm; tabel 16). Wat chlorofyl-a betreft voldoet Het Lageveld immers ruimschoots aan de goede ecologische toestand, dus is de kans groot dat de zomergemiddelde Chl_a:N-verhouding hoogstens deze GET-normwaarde bezit. De zomergemiddelde Chl_a:N-verhouding die we in Het Lageveld hebben gemeten, in 2009, bedraagt 7.1 µg/mg en de GET-norm 54.1 µg/mg. Om aan deze normverhouding te komen moeten we een inerte fractie veronderstellen van 0.58 mg N/l. De werkelijke grootte van de inerte stikstof fractie zal dus naar alle waarschijnlijkheid tussen 0 en 0.58 mg N/l liggen.

Nutriëntenlimitatie

De verhouding tussen de hoeveelheid stikstof en fosfaat geeft een aanwijzing of er kans is op stikstof- dan wel fosfaatbeperking van de algengroei. De optimale verhouding, de zogenaamde Redfield-ratio, is een N:P-verhouding van 7 mg/mg. Als de verhouding veel groter is dan 7, is er kans op fosfaatlimitatie. Is de N:P-verhouding veel kleiner dan is er kans op stikstoflimitatie. Een reële nutriëntenlimitatie kan zich vervolgens uiten in een plotselinge toename van het gehalte DIN (bij fosfaatlimitatie), dan wel DRP (bij stikstoflimitatie), en relatief lage verhoudingen van respectievelijk Chla:N, dan wel Chla:P.

Voor Het Lageveld hebben we de N:P-verhouding zonder (N:P) en met (N':P) inerte stikstoffractie berekend (figuur 18). De werkelijke verhouding zal hier ergens tussenin liggen. In de periode medio augustus tot medio oktober 2009 zijn de totaal-fosfaatgehalten relatief hoog en die van stikstof relatief laag. Daardoor ligt de N':P-verhouding in deze periode voortdurend ver onder de Redfieldratio. Omdat de verhoogde totaal-fosfaatgehalten van tijd tot tijd volledig zijn terug te voeren op verhoogde DRP-gehalten, is het aannemelijk dat in deze periode stikstof potentieel groeilimiteerder is voor algen. Het biovolumeaandeel van stikstoffixerende blauwalgen (groep H1 in figuur 10) neemt vanaf augustus sterk toe. Dit zou een gevolg zou kunnen zijn van deze stikstoflimitatie. Ook op grond van het verloop van de Chla:P- en Chla:N-verhoudingen (zie hieronder) kunnen we een potentiële fosfaat-limitatie veronderstellen in april-juli en een potentiële N-limitatie in augustus-oktober.

Fytoplanktonopbrengst

De biomassa van fytoplankton, uitgedrukt in chlorofyl-a, heeft een maximum dat bepaald wordt door het gehalte van de groeilimiteerende voedingsstof. Voor een algemene situatie kan men deze maxima berekenen uit de 95-percentielen van de Chla:P- en de Chla:N-verhoudingen in een grote dataset van meren (Portielje & Van der Molen 1998). Als men vervolgens een Chla:P- of Chla:N-verhouding meet die veel lager is dan de 95-percentielwaarde, is er dus minder algenbiomassa aanwezig dan men maximaal zou verwachten. Dit kan een drietal oorzaken hebben: (1) fosfaat, respectievelijk stikstof zijn niet groeilimiteerder, maar bijvoorbeeld licht of anorganische koolstof, (2) een deel van het fosfaat of stikstof is niet beschikbaar voor algengroei, en (3) er treedt een sterke begrazing van algen op door zoöplankton.

Heinis en Evers (2007) hebben grenswaarden voor de zomergemiddelde Chla:P- en Chla:N-verhoudingen berekend, waaronder de kans groot is (90%) dat het watersysteem wat betreft fytoplanktonbiomassa (chlorofyl-a) in de goede ecologische toestand (GET) verkeert conform de KRW-maatlat (tabel 16). Uit deze grenswaarden zijn 'werknormen' afgeleid die we kunnen beschouwen als GET-normen. In de onderste grafiek van figuur 18 vormen deze grenswaarden de bovenste waarde van de y-assen. Duidelijk is dat in Het Lageveld de Chla:P- en Chla:N-verhoudingen meestal ver onder deze normwaarden liggen. NB: op tijdstippen dat het chlorofyl-a-gehalte lager was dan de detectielimiet zullen de verhoudingen in werkelijkheid nog lager zijn geweest; op tijdstippen dat (ook) het totaal-fosfaatgehalte lager was dan de detectielimiet kan de werkelijke Chla:P-verhouding hoger zijn geweest. De over het algemeen lage verhoudingen zijn mogelijk een gevolg van begrazing door zoöplankton.

4.8 Waterbodempkwaliteit

Op 25 september 2009 zijn op twee plaatsen in Het Lageveld monsters genomen van de waterbodem, op een ondiep meetpunt (13-701) en het diepere punt (13-704). De resultaten staan in tabel 12. Hieruit blijkt dat het sediment in het ondiepe deel weinig geconsolideerd is (laag percentage droge stof) en minder voedselrijk dan in het diepere deel van de plas.

Het fosfaatgehalte is in het diepere deel van de plas aanmerkelijk hoger dan in de zwemzone. Vermoedelijk bevindt zich in dit diepe deel een laagje slib, wat het vrij lage drogestofgehalte zou verklaren. Het fosfaatgehalte is ook op het diepe punt nog lager dan 1360 mg/kg, zodat de bodem niet eutroof genoemd kan worden (Tonkes 2006). Er zijn geen gegevens bekend over het ijzer- en zwavelgehalte, waardoor we geen conclusies kunnen trekken omtrent de kans op fosfaatnalevering.

Tabel 12 Waarden van enkele kwaliteitsparameters van de waterbodem in de zwemzone (13-701) en in het diepe deel van Het Lageveld (13-704).

Parameter	Eenheid	13-701	13-704
BZV5	mg O ₂ /kg ds	5500	6000
Droge stof	%	19.7	22.6
Stikstof Kjeldahl	mg N/kg ds	3600	4600
Fosfaat	mg P/kg ds	570	1200

4.9 Grondwaterkwaliteit

Het Lageveld wordt mede gevoed door grondwater. De waterkwaliteit van de plas is daarom afhankelijk van de kwaliteit van dit grondwater. Het meest nabijgelegen grondwatermeetpunt ligt in Almelo (Aalderinkssingel) op 4.8 km ten zuidoosten van Het Lageveld. Het maaiveld ligt hier op ongeveer gelijke hoogte als bij Het Lageveld. De meest recente metingen op dit punt dateren van acht jaar geleden (tabel 13).

Gezien de diepte van Het Lageveld, maximaal circa 10 m, zal alleen het ondiepe grondwater (van minder dan 10 m diepte) een rol spelen. Het fosfaatgehalte van dit grondwater bedraagt omstreeks 0.3 mg P/l. Op grond van de hoge verhouding van Ca:P verwachten we dat dit fosfaat grotendeels gebonden is aan calciumzouten en daardoor weinig mobiel (Jaarsma *et al.* 2008). Het grondwater is tamelijk arm aan ijzer en rijk aan sulfaat. Hierdoor zal een groot deel van dit ijzer in het grondwater gebonden zijn als ijzersulfide en niet meer beschikbaar voor fosfaatbinding. Dit wordt beschreven door de ratio (Fe-S):P die sterk negatief is.

4.10 Regenwaterkwaliteit

Met het regenwater komen er ook nutriënten in de plas. Uit metingen bij Eibergen in het jaar 2000 blijkt dat de natte depositie van fosfaat op Het Lageveld waarschijnlijk gering is (tabel 14). De hoeveelheid komt neer op een belasting van 0.017 mg P/m²/dag en dit is een factor vijftien lager dan de toelaatbare belasting (Osté *et al.* 2010).

Tabel 13 Chemische samenstelling van het grondwater op twee verschillende diepten in Almelo (x = 240.850, y = 486.100) in de zomer van 2000-2002 (bron: WRD); ter vergelijking de huidige gemiddelden in de plas Het Lageveld.

parameter	eenheid	plas	grondwater: 9.5-11.5 m			22.5-24.5 m
		2009-2010	2000	2001	2002	2000
EGV	mS/m	30	62	59	61	57
ionenratio		0.68	0.73	0.72	0.74	0.65
alkaliniteit	meq/l	1.21	3.89	3.55	3.86	2.16
HCO ₃	mg/l	74	237	216	235	132
Cl	mg/l	27	49	48	45	41
SO ₄	mg/l	42	65	70	68	40
Ca	mg/l	32	73	69	72	43
K	mg/l	4	20	26	27	7
Mg	mg/l	6	7	6	7	5
Na	mg/l	13	36	36	35	25
Fe	mg/l	< 0.1	9	9	10	13
P-totaal	mg P/l	0.04	0.37	0.29	0.31	0.26
NH ₄	mg N/l	0.12	2.73	2.79	2.63	0.57
NO ₃	mg N/l	< 0.1	< 0.03	< 0.03	< 0.03	0.06
Fe:P	mol/mol	5	44	51	53	86
(Fe-S):P	mol/mol	-1172	-131	-185	-164	-68
Ca:P	mol/mol	2209	468	554	548	393

Tabel 14 Jaargemiddelde chemische samenstelling van het regenwater op een punt bij Eibergen (x = 238.5, y = 456.6) in 2000 (bron: Stolk 2001) en 2004 (berekend uit data van het RIVM), en de jaarlijkse natte depositie in 2000 (bron: Stolk 2001); met de huidige gehalten in Het Lageveld.

parameter	eenheid	plas	regenwater		natte depositie	
		2009-2010	2000	2004	eenheid	2000
EGV	mS/m	30	20	24	-	-
ionenratio	meq/meq	0.68	0.29	0.20	-	-
alkaliniteit	meq/l	1.21	-	-	-	-
HCO ₃	mg/l	74	-	-	-	-
Cl	mg/l	27	1.1	1.4	mg/m ² /j	887
SO ₄	mg/l	42	2.2	2.2	mg/m ² /j	1979
Ca	mg/l	32	0.2	0.2	mg/m ² /j	220
K	mg/l	4	0.1	0.4	mg/m ² /j	94
Mg	mg/l	6	< 0.1	< 0.1	mg/m ² /j	78
Na	mg/l	13	0.6	0.9	mg/m ² /j	511
Fe	mg/l	< 0.1	-	-	-	-
P-totaal	mg P/l	0.043	0.02	0.04	mg P/m ² /j	6
NH ₄	mg N/l	0.12	1.7	1.7	mg N/m ² /j	1156
NO ₃	mg N/l	< 0.1	2.7	2.8	mg N/m ² /j	553

5 Ecologisch functioneren en blauwalproblematiek

5.1 Ecologische kwaliteit en referentie

De huidige waterkwaliteit van de plas Het Lageveld vanuit ecologische principes kunnen we beoordelen als goed. De meeste parameters voldoen aan de milieukwaliteitseisen die het Waterschap Regge en Dinkel stelt aan dit type plassen (tabel 15). Alleen de zuurgraad en het sulfaatgehalte zijn te hoog, vermoedelijk door de hoge alkaliniteit en het sulfaatgehalte van het grondwater.

Tabel 15 Toetsing van de waterkwaliteit van Het Lageveld, 2009-2010, aan de milieukwaliteitseisen ('Norm') van het Waterschap Regge en Dinkel (2010) voor het watertype M16.

Parameter	Toetscriterium	Eenheid	Norm	Plas 2009-2010		
				13-701	13-702	13-704
Temperatuur	Maximum dagw aarde	°C	≤ 25	23.9	23.2	21.8
Zuurstof	Zomergemiddelde	%	≥ 60 en ≤ 120	110	110	107
Zoutgehalte	Zomergemiddelde	mg Cl/l	≤ 40	26.3	26.7	27.0
Zuurgraad	Zomergemiddelde		≥ 6.5 en ≤ 8.5	8.8	9.1	8.6
Totaal fosfaat	Zomergemiddelde	mg P/l	≤ 0.04	0.044	0.039	0.038
Totaal stikstof	Zomergemiddelde	mg N/l	≤ 0.9	0.87	0.91	0.84
Doorzicht	Zomergemiddelde	m	≥ 1.7	-	-	3.3
Sulfaat	90-percentiel op jaarbasis	mg/l	≤ 30	44	-	44
Alkaliniteit	Jaargemiddelde	meq/l	-	1.21	-	1.20

De trofieparameters, fosfaat en stikstof, voldoen aan de werknormen voor de goede ecologische toestand volgens de KRW wat betreft chlorofyl-a (GET in tabel 16; zie paragraaf 4.7.5 voor uitleg). Het zomergemiddelde chlorofyl-a-gehalte beantwoordt aan de zeer goede ecologische toestand. In de loop van 2009 en 2010 zijn bloeien waargenomen van *Dinobryon* en *Aphanizomenon flos-aquae*, die volgens de KRW-maatlat beoordeeld moeten worden als respectievelijk goed en matig.

De ontwikkeling van de watervegetatie is matig omdat het bedekkingspercentage in het begroeibare areaal laag is. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de frequente verwijdering van waterplanten in het zwemgebied. De potenties voor watervegetatie lijken echter goed. De maximale diepte waarop ondergedoken waterplanten zijn aangetroffen is vier meter en dit komt overeen met onze verwachting op grond van de zichtdiepte. Verder komen enkele karakteristieke en deels bijzondere plantensoorten voor: Naaldwaterbies, Puntdragend glanswier en Smalle waterweegbree.

Door het geringe aantal soorten scoort de ontwikkeling van de visgemeenschap slecht. De geïsoleerde ligging van de plas is een voor de hand liggende oorzaak van deze lage soortenrijkdom.

Referentiebeeld

Een referentiebeeld van het ecosysteem van Het Lageveld kunnen we ontleen aan het Aquatisch Supplement en de Referenties en Maatlatten (zie intermezzo op pagina 49). In levende lijve kunnen we dit type meren vinden in het Noorden en Oosten van Duitsland (bijvoorbeeld Holsteinische Schweiz en Mecklenburg). Een groot verschil tussen deze natuurlijke plassen en onze voormalige winplassen op de hogere gronden, is de connectiviteit, de open verbinding met ander oppervlaktewater.

Tabel 16 Zomergemiddelde gehalten van nutriënten, chlorofyl-a en hun verhoudingen; GET 90% M16 geeft de zomergemiddelden waarbij in heldere meren (doorzicht > 0.6 m) van het type M16 de kans op het behalen van het GET voor chlorofyl-a 90% bedraagt (berekening gebaseerd op ruim zestig meren van dit type; bron: Heinis & Evers 2007). Lageveld 2009 geeft de zomergemiddelden op verschillende meetpunten in Het Lageveld in het meetjaar 2009.

		Totaal-P mg P/l	Totaal-N mg N/l	Chla µg/l	Chla:P µg/mg	Chla:N µg/mg
GET 90% M16		0.038	0.940	14.5	385	54.1
Lageveld 2009	13-701	0.044	0.869	< 5.5	157	6.4
	13-702	0.039	0.908	< 5.2	146	5.9
	13-704	0.038	0.850	-	-	-

5.2 Ecologisch functioneren

5.2.1 Productiviteit

Het Lageveld heeft in het zomerhalfjaar een zeer lage biomassa van planktonalgen. Deze hoeveelheid is minder dan men zou verwachten op grond van de hoeveelheid stikstof en fosfaat. Bij een totaal-fosfaatgehalte in april van < 0.03 (2010) à 0.05 mg P/l (2009) verwachten we een zomergemiddeld chlorofyl-a-gehalte van ca. 10 µg/l (Osté et al. 2010). We meten een gehalte van minder dan 6 µg/l (tabel 16). Mogelijk is een deel van het fosfaat niet beschikbaar voor algengroei, of wordt het fytoplankton in de zomer sterk begraaasd door dierlijk plankton. Een derde mogelijke oorzaak is dat stikstof meer beperkend is, dan men zou verwachten op grond van het totaalgehalte N en dat we dus rekening moeten houden met een aanzienlijke inerte fractie (zie paragraaf 4.7.5). Stikstofbeperking zou dan reëel zijn in de periode augustus-oktober 2009 (figuur 18).

De hoogste fytoplanktonbiomassa treedt in 2009 op in de maand december. Dat is opmerkelijk, zeker gezien de op dit moment dominante planktonalg, de blauwalg *Aphanizomenon flos-aquae* var. *klebahnii* (groep H1 in figuur 10), die normaal gesproken zijn piek in de zomer bereikt. Mogelijk kan deze potentiële stikstoffixerder in de loop van de nazomer en herfst op de voorgrond treden door zijn tolerantie voor stikstofbeperking en vervolgens doorgroeien in de winter, omdat hij door zijn drijfvermogen een positie hoog in de waterkolom kan innemen en zo toch voldoende licht kan ontvangen. Daardoor zal de concurrentie om voedingsstoffen met andere algen waaronder bodemalgen in deze periode minimaal kunnen zijn.

Referentie voor Het Lageveld

Op grond van de oppervlakte, diepte, alkaliniteit (> 1 meq/l) en geleidbaarheid (≥ 25 mS/m) kennen we Het Lageveld toe aan het KRW-type M16 (Van der Molen & Pot 2007) en verwachten we hier een gemeenschap van grote, diepe mesotrofe, matig tot sterk gebufferde wingaten (Jaarsma & Verdonschot 2000). Bepalend voor de ecologische ontwikkeling zijn oppervlak, diepteverloop, trofiegraad, bodemtype en verblijftijd. Deze factoren sturen de helderheid en de grootte van het begroeibare areaal ondergedoken waterplanten en daarmee ook de hoeveelheid fytoplankton en de samenstelling van de macrofauna- en visgemeenschap.

Vegetaties van ondergedoken waterplanten en oeverplanten zijn beperkt tot de ondiepe zones van deze kleine meren. Indicatieve waterplanten zijn o.a.

Aarvederkruid, Naaldwaterbies, Schedefonteinkruid, Smalle waterpest, Stijve waterranonkel, Tenger fonteinkruid en Teer kransblad.

In het plankton zijn algen in het voordeel die zich, bij afwezigheid van turbulentie, boven in de waterkolom kunnen handhaven. Dit zijn algen met flagellen of een groot drijfvermogen. In het voorjaar vindt men kiezelalgen en goudalgen (*Asterionella*, *Cyclotella*, *Dinobryon*, *Mallomonas*), in de zomer dinoflagellaten (*Ceratium*), groenalgen uit de orde Volvocales (*Eudorina*, *Volvox*), *Botryococcus*, sieralgen en blauwalgen (*Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*).

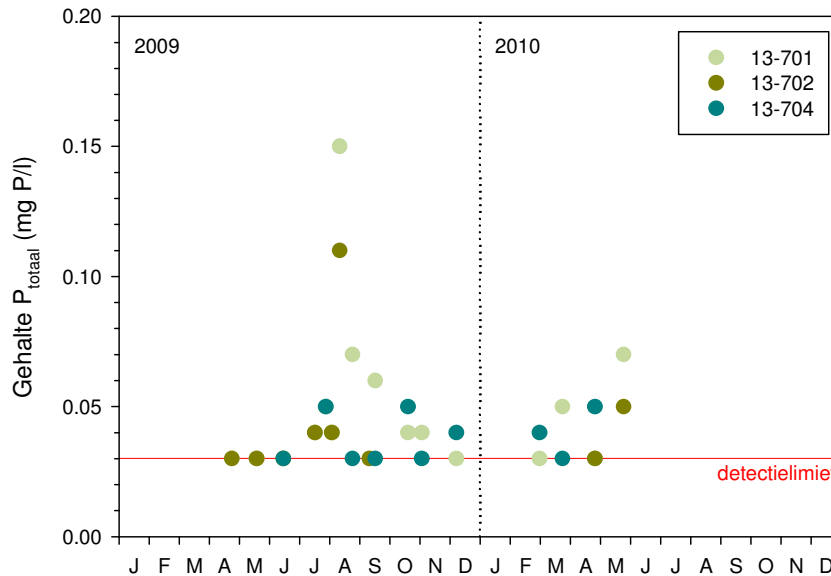
De visstand is van het Blankvoorn-Brasem-diepwatertype. In het open water vinden we vooral eurytope soorten. Dit zijn soorten die niet heel kieskeurig zijn wat betreft hun leefomgeving en in veel biotopen kunnen leven. Baars en blankvoorn domineren. De ondiepe oeverzones met vegetatie hebben een belangrijke functie als paai- en opgroeigebied voor deze eurytope soorten, en als leefgebied voor limnofiele soorten (soorten met een voorkeur voor stilstaande, waterplantrijke wateren). In deze oeverzone leeft een gevarieerde visstand met o.a. Kolblei, Ruisvoorn, Snoek en Zeelt en gevoelige soorten als Kleine modderkruiper en Kroeskarper.

Door het hoge doorzicht (3 à 4 m) en de betrekkelijk geringe diepte (< 4 m) in een groot deel van Het Lageveld, zal de primaire productie in deze plas zonder ingrepen voor een belangrijk deel voor rekening komen van ondergedoken waterplanten, bodemalgen en epifytische algen. Deze leggen nutriënten vast zodat deze niet meer beschikbaar zijn voor planktonalgen. Door de verwijdering van waterplanten wordt de groei van planktonalgen bevorderd.

5.2.2 Nutriëntenhuishouding

De fytoplanktonproductiviteitsparameters (chlorofyl-a, Chla:P en Chla:N) liggen ruim beneden de GET-norm (tabel 16). Op het diepe meetpunt, 13-704, voldoet ook het totaal-P-gehalte aan deze norm. De hoogste totaal-P-gehalten treden in 2009 op in de zomermaanden juli-augustus. Op de ondiepe punten, 13-701 en 13-702, worden medio augustus extreem hoge waarden gemeten (figuur 21). Een mogelijke oorzaak is de activiteit van badgasten (uitscheiding), afspoeling van meststoffen, of het vrijkomen van nutriënten door het maaien van waterplanten. Deze hoge totaal-fosfaatgehalten gaan

gepaard met hoge gehalten opgelost reactief fosfaat (DRP), maar leiden niet direct tot een waarneembare toename van fytoplankton, vermoedelijk door het optreden van stikstofbeperking. Stikstoffixeerders groeien vrij langzaam, maar na medio augustus neemt hun aandeel in Het Lageveld wel duidelijk toe (figuur 9 en 10).



Figuur 21 Gehalten van totaal-fosfaat op drie meetpunten in Het Lageveld in 2009-2010.

Samenvattend is het waarschijnlijk dat de fosfaatbelasting op Het Lageveld momenteel beneden de kritische waarde ligt. Het lijkt ons daarom op dit moment niet noodzakelijk om de fosfaatvrachten te kwantificeren en een fosfaatbalans op te stellen. Om dit te kunnen doen moet men een representatieve schatting kunnen maken van de gemiddelde diepte van Het Lageveld, van de verblijftijd van het water, van de fosfaatbelasting via grondwater, via recreanten, watervogels en afstroming en van de retentie van fosfaat in de waterbodem. Daarvoor ontbreken op dit moment gegevens. Toch willen we hier een paar woorden aan wijden.

Het Lageveld is een geïsoleerde plas en ontvangt zijn water via neerslag en kwel. Dit zijn tevens belangrijke bronnen van nutriënten. Deze waterstromen kunnen we als volgt karakteriseren (naar Osté *et al.* 2010):

- Directe neerslag heeft een laag fosfaatgehalte, hier ca. 0.03 mg P/l (tabel 14).
- Afstromend regenwater en ondiep grondwater (< 10 m) zijn water dat als regen op het land is gevallen en daarna oppervlakkig afstroomt en uitspoelt naar de plas. De samenstelling van dit water is sterk afhankelijk van het gebruik van het omliggende gebied. Door bemesting kunnen de nutriëntengehalten van dit water hoog zijn. De meest recente metingen van de kwaliteit van het ondiepe grondwater op een punt bij Almelo, 14 augustus 2002, geven een totaal-fosfaatgehalte van 0.31 mg P/l op een diepte van 9.5 tot 11.5 m onder het maaiveld, en 0.26 mg P/l op een diepte van 22.5 tot 24.5 m onder het maaiveld. Deze gehalten zijn hoog vergeleken met gegevens uit

Osté *et al.* 2010, fig. 3.5). Omtrent het fosfaatgehalte van het ondiepere grondwater (< 9 m diepte; relevant voor Het Lageveld met het oog op de maximale diepte van 8 tot 10 m) zijn ons geen gegevens bekend.

- Diep grondwater (> 10 m) zou in het pleistocene deel een fosfaatgehalte hebben tussen 0 en 0.15 mg P/l (Osté *et al.* 2010). Op het punt in Almelo is 0.26 mg P/l gemeten (tabel 13), wat dus hoger zou zijn dan verwacht.

Uit het chloridegehalte in de plas, in het regenwater en het grondwater kunnen we grof schatten dat de grondwaterflux naar Het Lageveld drie tot vier keer zo groot zal kunnen zijn dan de neerslagsom. Voor een juiste bepaling van de flux en het opstellen van een waterbalans, moeten we het volume van Het Lageveld weten en de hoeveelheid water die in de loop van het jaar wordt uitgelaten. Om vervolgens de fosfaatbelasting via het grondwater op het oppervlaktewater te kunnen berekenen, moeten we de fosfaatretentie in het (aerobe) sediment weten. Een dergelijke exercitie zou zinvol zijn om een indruk te krijgen van het niveau van de huidige belasting ten opzichte van de kritische waarde (hoeveel 'ruimte' is er?) en het belang van de verschillende belastingsbronnen.

Wat deze andere bronnen betreft houden we rekening met een nutriëntenbelasting vanuit de recreatie en door watervogels. Verder worden de zonneweiden behandeld met kunstmest. Af- en uitspoeling van meststof naar het water is denkbaar, maar vermoedelijk van weinig belang. Het gebruik van lokvoer bij het vissen is verboden in Het Lageveld, dus langs deze weg kunnen er geen voedingsstoffen in de plas komen.

5.2.3 Andere processen

Concurrentie van waterplanten

Waterplanten met hun aangroei verlagen het fosfaatgehalte in het water. Het verwijderen van ondergedoken waterplanten in Het Lageveld speelt de groei van fytoplankton daarom in de kaart.

Activiteit van vis

De hoeveelheid vis in het Lage Veld is beperkt. Er zijn slechts drie soorten aangetroffen, Snoek, Baars en Zeelt. Dit zijn geen van allen bodemwoelende soorten, die nalevering van fosfaat vanuit het sediment stimuleren. Omdat de hoeveelheden klein zijn zal ook de negatieve invloed van jonge Baars op het zoöplankton beperkt zijn. Zoöplankton kan via graas op algen en blauwalgen een positief effect hebben op de waterkwaliteit.

Recreatie

Het lijkt er op dat recreatie wel leidt tot een toename van het fosfaatgehalte in het water. Hierbij kan het gaan om excretie, of om nalevering vanuit het sediment door opwerveling: naast fosfaat is ook het gehalte Kjeldahl-stikstof in augustus licht verhoogd.

Autonome ontwikkeling

Er is in Het Lageveld geen significante toename te zien van de watertemperatuur en de zuurgraad (figuur 17), waardoor de groei van potentieel toxische blauwalgen bevorderd zou kunnen worden.

5.3 Zwemwaterproblemen in Het Lageveld

In tabel 17 hebben we een overzicht gegeven van problemen met de zwemwaterkwaliteit die zich in de periode 2002-2009 hebben voorgedaan in Het Lageveld.

Tabel 17 Problemen zwemwaterkwaliteit in Het Lageveld, periode 2002-2009.

Jaar	Maand	Probleem
2002		Zw emmersjeuk
2005		Zw emmersjeuk
2006	Juni-juli	Zw emmersjeuk
	Juli-september	Blauw algbloei (met zw emverbod)
	December	Blauw algbloei (met zw emverbod)
2007	Januari	Blauw algbloei (met zw emverbod; geen nieuw jaarsduik)
2009	April	Kleine drijfslag van <i>Anabaena</i>
	Juni	Drijfslag van <i>Anabaena</i>
2009	December	Bloei van <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> var. <i>klebahnii</i>

5.3.1 Blauwalgproblematiek

Aard en omvang

Het aantal incidenten met blauwalgen waarbij ook daadwerkelijk een zwemverbod moest worden afgekondigd is beperkt (tabel 17). Alleen in 2006 is enkele malen een zwemverbod ingesteld. Welke blauwalg hier toen verantwoordelijk voor was is niet bekend. Op grond van onze ervaringen in 2009-2010 ging het in januari vermoedelijk om *Aphanizomenon flos-aquae* en in juli-september om *Anabaena*. Door de jaren heen zijn langs de oever wel regelmatig drijfslagen geweest, ook in het zomerhalfjaar van 2009. De omvang van deze drijfslagen is over het algemeen echter beperkt geweest en vaak verdwenen ze al weer in de loop van de ochtend (mond. meded. R. Nollen). Volgens het huidige Blauwalgenprotocol (2011) kan een locale drijfslag van beperkte omvang en duur tot een kortstondige waarschuwing te leiden, mits er een dagelijkse inspectie is.

De dichtheid in cellen per ml van *Anabaena* in watermonsters uit Het Lageveld bleef in 2009 ver beneden de grenswaarde voor Risiconiveau I van het Blauwalgenprotocol 2010 en ook beneden het bloeicriterium van de KRW-maatlat. Uitgesmeerd over het gehele meer stelt deze blauwalgpopulatie qua biomassa dus niet veel voor maar als gevolg van de overwegend (zuid)westelijk winden kunnen door opwaaing toch drijfslagen ontstaan langs de oevers van de zwemstranden die aan de noord- en oostkant liggen.

Het bovenstaande geldt ook voor de hoeveelheid *Microcystis*, eveneens een potentiële drijfslagvormer. Zijn dichtheid kwam in 2009 niet boven 2 500 cellen per ml uit (maximum in augustus 2009). Ook deze dichtheden zijn veel te laag om te kunnen spreken van een bloei.

De hoeveelheid *Aphanizomenon flos-aquae* echter, bereikte in november en december 2009 dichtheden boven respectievelijk duizend en drieduizend draden per milliliter, zodat

in dit geval gesproken kan worden van een bloei. Op grond van het aantal cellen in december 2009 (meer dan honderdduizend per milliliter), zou volgens het nieuwe Blauwalgenprotocol (2010) een waarschuwing afgegeven moeten worden.

Oorzaken

Blauwalgen uit de geslachten *Anabaena* en *Aphanizomenon* zijn in staat tot fixatie van moleculaire stikstof. Daardoor zijn ze succesvol onder omstandigheden met een relatief laag gehalte aan nitraat en ammonium, mits er voldoende licht en fosfaat aanwezig is. Omdat zij hun drijfvermogen kunnen reguleren, kunnen ze pendelen tussen het wateroppervlak, waar veel licht en CO₂ beschikbaar is, en diepere lagen waar relatief veel nutriënten aanwezig zijn. *Anabaena* wordt bovendien niet tot nauwelijks begraasd door zoöplankton. Dit compenseert zijn betrekkelijk langzame groei.

Bloeien van *Anabaena* treden meestal op bij totaal-fosfaatgehalten tussen 0.05 en 0.12 mg P/l (figuur 4). De fosfaatgehalten in Het Lageveld zijn lager. Echte bloeien van *Anabaena* zullen daarom niet of nauwelijks voorkomen in deze plas, maar de omstandigheden (lage nutriëntengehalten, helder water, vermoedelijk veel zoöplankton in de zomer) zijn wel in het voordeel van deze blauwalg.

De blauwalg *Aphanizomenon flos-aquae* var. *klebahnii* is meer een soort van geëutrofiëerde, troebele plassen met een hoger fosfaatgehalte en een lage graasdruk van grote watervlooiën; bij een hogere graasdruk gaat *A. flos-aquae* var. *flos-aquae* domineren (Peschar & Fott 1994). Bloeien doen zich meestal voor bij fosfaatgehalten boven 0.09 mg P/l (figuur 7). De hoge dichtheden in herfst en winter zijn dus opmerkelijk en niet met zekerheid te verklaren. Mogelijk kan deze *Aphanizomenon* met minder licht toe dan *Anabaena*. Normaal gesproken komt hij voor bij lagere verhoudingen tussen zichtdiepte en mengdiepte (doorgaans troebel water) dan *Anabaena* (Reynolds & Walsby 1975, Bijkerk 2005). Hierdoor zou hij ook bij afnemende lichthoeveelheden door kunnen groeien onder relatief lage stikstofgehalten, profiterend van de eveneens afnemende zoöplanktonbegrazing in de nazomer en winter.

5.3.2 Zwemmersjeuk

In Het Lageveld is zwemmersjeuk opgetreden in 2002, 2005 en 2006 (tabel 17). Zwemmersjeuk wordt veroorzaakt door larven van wormpjes (*Trichobilharzia ocellata*), die als parasiet leven in afwisselend eenden of andere watervogels en poelsslakken. Het 'eendenstadium' legt eitjes die in het water terecht komen. Daaruit komt een larfje dat op zoek gaat naar een poelsslak (meestal *Lymnea* soms ook *Radix*). Na enige tijd en bij een watertemperatuur boven 20 °C verlaten deze larfjes als cercariën massaal de slak en gaan op zoek naar een eend. Ook zwemmers (eveneens warmbloedig) kunnen hierbij aangeprikt worden en ofschoon de cercarie niet door de menselijke huid kan dringen, veroorzaakt hij wel een jeukend bultje.

De bestrijding van het probleem richt zich vaak op het verwijderen van slakken of de planten waarop slakken leven. Slakken leven echter niet van de planten zelf, maar van het microscopische aangroei dat op de planten zit. Dit aangroei bevindt zich ook op

het sediment. In een heldere plas als Het Lageveld zullen bodemalgen tot op 4 m diepte kunnen groeien.

Om de slakken te bestrijden heeft men in Het Lageveld enkele jaren geleden Zeelt uitgezet (mond. meded. J. Oude Avenhuis). Sindsdien heeft men geen last meer gehad van zwemmersjeuk.

6 Mogelijke maatregelen

6.1 Motivatie keuze maatregelen

De blauwalgproblematiek in Het Lageveld is naar Nederlandse maatstaven beperkt, maar ook kleine, kortdurende drijfslagen kunnen tot ongewenste waarschuwingen leiden. Het fosfaatgehalte, het groeibeperkende nutriënt voor de overlast veroorzakende blauwalgen, is vermoedelijk iets hoger dan het natuurlijke achtergrondgehalte, maar ligt rond de norm voor de goede ecologische toestand wat betreft fytoplanktonbiomassa. De maatregelen die wij voorstellen richten zich dan ook niet alleen op het minimaliseren van de fosfaatbelasting. De voorgestelde maatregelen vallen in vier categorieën:

- 1) maatregelen om de fosfaatbelasting te minimaliseren;
- 2) maatregelen om de huidige ecologische toestand in stand te houden en te verbeteren;
- 3) maatregelen om het ontstaan van drijfslagen tegen te gaan;
- 4) maatregelen om de overlast van drijfslagen te beperken.

6.2 Minimaliseren fosfaatbelasting op de plas

De fosfaatgehalten in de zwemgedeelten van Het Lageveld zijn in juli-september nu en dan duidelijk verhoogd ten opzichte van voor- en najaar. We vermoeden een verband met de recreatie en het beheer. Het is niet mogelijk om de belasting vanuit deze bron volledig tegen te gaan, maar we kunnen wel proberen om de belasting vanuit andere bronnen te minimaliseren. Dit leidt tot een aantal mogelijke maatregelen.

- **Voorkomen van de af- en uitspoeling van fosfaatrijk regenwater**
Geen kunstmest strooien in een zone langs de oever.
Aanleg van bufferzones met kruiden en struweel langs ligweiden die direct aan het water grenzen (zonder strandje). Gebruik van fosfaatloze of fosfaatarme kunstmest in plaats van Thomaskali (bijvoorbeeld kalkammonsalpeter).
- **Afvoeren fosfaatrijk oppervlaktewater**
De hoogste fosfaatgehalten in de waterkolom lijken op te treden aan het einde van het zwemseizoen (augustus). Onderzocht zou kunnen worden of het deels afvoeren van dit relatief fosfaatrijke water zou kunnen leiden tot een significant netto verlies op de fosfaatbalans en daarmee een reductie van het gemiddelde fosfaatgehalte in de waterkolom en reductie van de *Aphanizomenon flos-aquae*-populatie.
- **Handhaven van het verbod op het gebruik van lokvoer bij de hengelsport**
- **Nader onderzoek naar de fosfaatbelasting via het ondiepe en diepe grondwater**
De fosfaatgehalten in het grondwater op enkele kilometers van Het Lageveld zijn relatief hoog ten opzichte van de waarde van 0.15 mg P/l die voor een groot deel van de pleistocene gronden wordt opgegeven (Osté *et al.* 2010). Om het effect hiervan op de waterkwaliteit van de plas te kunnen inschatten is het noodzakelijk om het

fosfaatgehalte in het grondwater op een meer nabijgelegen punt te bepalen en vervolgens een betrouwbare water- en fosfaatbalans op te stellen.

6.3 Instandhouden en verbeteren huidige ecologische toestand

In de huidige ecologische toestand is de productiviteit van het fytoplankton gering, door de lage nutriëntengehalten en de concurrentie met bodem- en aangroeiwalgen. De concurrentie om nutriënten moet gestimuleerd worden, om te voorkomen dat de fytoplanktonproductiviteit en de frequentie en omvang van blauwalgproblemen toenemen.

- **Versoepelen maaibeheer buiten de zwemzone**

Door een minder stringent maaibeheer buiten de zwemzone kan men de bedekking van ondergedoken vegetatie in Het Lageveld vergroten. Dit remt de ontwikkeling van fytoplankton en vermindert mogelijk de fosfaatbelasting in het zwemseizoen.

- **Voorkomen van het uitzetten van karpers**

Karpers hebben een negatieve invloed op ondergedoken waterplanten en stimuleren sportvissers tot het gebruik van lokvoer.

6.4 Voorkomen van drijfslagen

Blauwalgen zoals *Anabaena* en *Aphanizomenon* hebben in diepere meren alleen concurrentievoordeel, wanneer zij hun dagelijkse verticale migratie kunnen uitvoeren (zie hoofdstuk 3). Dit wordt tegengewerkt door turbulentie in de waterkolom op te wekken, bijvoorbeeld door bellenschermen of fonteinen.

6.5 Bestrijden overlast drijfslagen

Drijfslagen zijn nooit helemaal uit te sluiten. Het zijn natuurlijke fenomenen die ook kunnen optreden in de schoonste plassen, maar dan altijd beperkt van omvang en tijdelijk zijn. Dat maakt drijfslagen niet minder hinderlijk. Daarom noemen we in deze paragraaf twee maatregelen die overlast van een drijfslaag zoveel mogelijk beperken.

- **Het opzuigen van drijfslagen**

Drijfslagen kan men opruimen door ze op te zuigen met een pomp en het materiaal af te voeren. De Gemeente Almere heeft de laatste jaren veel ervaring opgedaan met het verwijderen en bestrijden van drijfslagen (M. Lurling, pers. meded.).

- **Besproeien met waterstofperoxide**

Door drijfslagen gericht te besproeien met waterstofperoxide kan men de blauwalgen doden. De toepasbaarheid en risico's van deze methode zijn echter nog onvoldoende onderzocht (M. Lurling, pers. meded.). De drijfslaag zal niet meteen verdwijnen door besproeiing met peroxide en er is een geval bekend waarbij gedurende enkele dagen een stinkende, afstervende drab op het behandelde water lag. Tijdens het afsterven kan korte tijd de concentratie gifstoffen in het water verhoogd zijn.

7 Literatuur

- Blauwalgenproccotol (2010) Versie 10 maart 2010. Vastgesteld door het Nationaal Wateroverleg (zie www.stowa.nl thema Cyanobacteriën).
- Blauwalgenprotocol (2011) Versie 28 februari 2011. Vastgesteld door het Nationaal Wateroverleg (NWO).
- Bijkerk R (2005) Stuurbaarheid van fytoplankton. Een onderzoek naar de stuurvariabelen van fytoplanktonbloeien als doelvariabelen in de Kaderrichtlijn Water. Rapport 2005-096, Koeman en Bijkerk bv, Haren. 88 pp.
- Bijkerk R (red) (2010) Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. Rapport 2010-28, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersfoort.
- Bloemendaal FHJL & Roelofs JGM (red) (1988) Waterplanten en waterkwaliteit. Uitgeverij KNNV, Utrecht.
- Elbersen JWH, Verdonschot PFM, Roels B & Hartholt JG (2003) Definitiestudie Kaderrichtlijn Water (KRW). 1. Typologie Nederlandse oppervlaktewateren. Alterra-rapport 669, Alterra, Wageningen. 70 pp.
- Heinis F & Evers CHM (2007) Afleiding getalswaarden voor nutriënten voor de goede ecologische toestand voor natuurlijke wateren. STOWA-rapport 2007-02/RIZA-rapport 2007-001, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht.
- Jaarsma NG & Verdonschot PFM (2000) Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Deel 8. Wingaten. Achtergronddocument bij het 'Handboek Natuurdoeltypen in Nederland'. Rapport EC-LNV nr AS-08, Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- Jaarsma N, Klinge M & Lamers L (2008) Van helder naar troebel... en weer terug. Een ecologische systeemanalyse en diagnose van ondiepe meren en plassen voor de kaderrichtlijn water. Rapport 2008-04, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht.
- Jöhnk K, Huisman J, Sharples J, Sommeijer B, Visser P & Stroom J (2008) Summer heatwaves promote blooms of harmful cyanobacteria. *Global Change Biology* 14: 495-512.
- Klinge M, Hensens G, Brenninkmeijer A & Nagelkerke L (2003) Handboek Visstandbemonstering, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht.
- Komárková-Legnerová J & Eloranta P (1992) Planktic blue-green algae (Cyanophyta) from central Finland (Jyväskylä region) with special reference of the genus *Anabaena*. *Arch Hydrobiol/Algological Studies* 67: 103-133.
- Osté A, Jaarsma N & van Oosterhout F (2010) Een heldere kijk op diepe plassen. Kennisdocument diepe meren en plassen: ecologische systeem analyse, diagnose en maatregelen. Rapport 2010-38, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersfoort.
- Padisak J, Crossetti LO & Naselli-Flores L (2009) Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia* 621: 1-19.
- Paerl HW & Huisman J (2008) Blooms like it hot. *Science* 320(5872): 57-58.
- Phillips G (2006) Derivation of chlorophyll-a boundaries based on changes to maximum depth distribution of submerged macrophytes. In: Van den Berg MS (ed) Good-Moderate boundary setting procedure. Annex C to Milestone 6 Report, September version, lake GIGs, Institute of Environment and Sustainability, Joint Research Centre, European Commission, Ispra. pp 16-23.
- Portielje R & van der Molen DT (1999) Relationships between eutrophication variables: from nutrient loading to transparency. *Hydrobiologia*: 408/409: 375-387.
- Pot R & van der Molen DT (2007) Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. Aanvulling kleine typen. Rapport 2007-32B. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht.
- Reynolds CS (2006) Ecology of phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge. 535 pp.
- Reynolds CS & Walsby AE (1975) Water-blooms. *Biol Rev* 50: 437-481.
- Stolk AP (2001) Landelijk meetnet regenwatersamenstelling. Meetresultaten 2000. Rapport 723101 057, RIVM, Bilthoven.

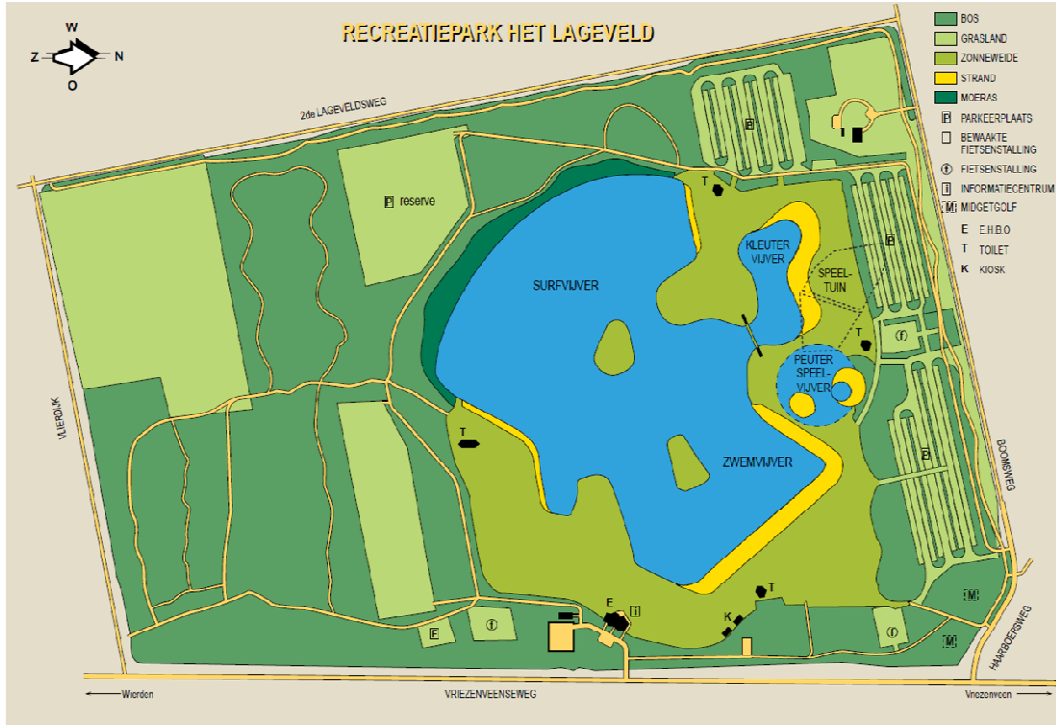
- Tonkes M (2006) Handleiding sanering waterbodems. AKWA rapport 05.006, Advies- en Kenniscentrum Waterbodems, Rijkswaterstaat, Lelystad.
- van der Molen DT & Pot R (red) (2007) Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. Aanvulling kleine typen. STOWA rapport 2007-032, STOWA, Utrecht.
- Vighi M & Chiaudani G (1985) A simple method to estimate lake phosphorus concentrations resulting from natural, background, loadings. Water Res 19: 987-991.
- Waterschap Regge en Dinkel (2009) Nader Onderzoek Zwemwater: Programma van eisen, onderzoeksopzet ecologisch, werkprotocollen. Werkgroep Monitoring , Waterschap Regge en Dinkel, Almelo.
- Waterschap Regge en Dinkel (2010) Waterbeheerplan 2010-2015. Waterschap Regge en Dinkel, Almelo.

Verklarende woordenlijst

Abundantie	Het aantal planten of dieren van een soort of soortgroep in een bepaald gebied, doorgaans uitgedrukt per oppervlakte-eenheid of volume-eenheid.
Alkaliniteit	Maat voor de capaciteit van water om H ⁺ -ionen te neutraliseren en pH-daling tegen te gaan; in natuurlijke wateren wordt de alkaliniteit voor het grootste deel bepaald door het gehalte bicarbonaat.
Allelopathie	Uitscheiding van stoffen die de groei van andere organismen remmen.
Bedekking	Bij vegetatie: dat deel van het grondoppervlak dat bij verticale projectie van de begroeiing bedekt wordt door vegetatie, uitgedrukt als percentage.
Begroeibaar areaal	Deel van het waterlichaam waar, in de natuurlijke, ongestoorde toestand, waterplanten kunnen groeien.
Benthisch	Levend in of op (het aangroei) op de bodem van het oppervlaktewater.
Bestandsopname	Onderzoek om de hoeveelheid van een plant of dier in een gegeven gebied te bepalen.
Biovolume	Het totale volume van een organisme; bij algen inclusief een celwand, maar exclusief een eventuele lorica (huisje) of slijmmantel.
Blauwalgen	Een groep fototrofe bacteriën die in veel opzichten aan algen doen denken.
Cyanobacteriën	Blauwalgen.
Detectielimiet	De kleinste concentratie van een stof die nog met voldoende betrouwbaarheid gemeten kan worden
DIN	Opgeloste, anorganische stikstof (Dissolved Inorganic Nitrogen): het totaal van nitriet, nitraat en ammonium
Drijfslaag	Een door ophoping van algen aan het wateroppervlak ontstane, sterk gekleurde laag (blauw, groen, oranje, rood).
DRP	Opgelost, reactief fosfaat (Dissolved Reactive Phosphorus); het totaal aan opgelost, anorganisch fosfaat dat gemeten wordt met de molybdaatmethode; bestaat gewoonlijk voor het grootste deel uit orthofosfaat.
Eurytoop	Van vis: zonder duidelijke voorkeur voor een bepaald leefmilieu.
Eutrofiëring	Toename van het gehalte aan voedingsstoffen, met name van ammonium, nitraat en fosfaat.
Eutroof	Rijk aan voedingsstoffen (gehalte totaal-fosfor (Ptotaal) tussen 0,025 en 0,100 mg P/l).
Filament	Bij algen: een draad van achter elkaar geplaatste cellen, meestal in één rij.
Functionele groep	Groep organismen met één of meer gemeenschappelijke kenmerken die van ecologisch belang zijn.
Gebufferd	Met het vermogen om H ⁺ -ionen (protonen) te neutraliseren, waardoor een toename van deze ionen niet leidt tot een daling van de pH.

Helofyt	Oeverplant met overwinteringsknoppen onder water, die bestand is tegen meer dan vijf weken overstroming (bijvoorbeeld Riet, Grote lisdodde, Liesgras).
Hydromorfologie	Volgens het Handboek Hydromorfologie: de leer van de vormen in het landschap ontstaan door water; hydromorfologische kenmerken zijn o.a. breedte, diepte, meandering, oevervorm.
Isolatie	De mate waarin een oppervlaktewater in verbinding staat met ander oppervlaktewater.
Limnofiel	Van vis: met een voorkeur voor stilstaande, waterplantrijke wateren.
Maatlat	In de waterkwaliteitsbeoordeling een systeem om de ecologische kwaliteit van een oppervlaktewater te bepalen uit de hoeveelheid en aard van de aanwezige planten of dieren.
Mengmonster	Een monster waarin twee of meer submonsters van verschillende microhabitats of diepten zijn samengebracht.
Mesotroof	Matig rijk aan voedingsstoffen (gehalte fosfor hoger dan 0,0125 mg P/l en maximaal 0,025 mg P/l).
Oligotroof	Arm aan voedingsstoffen (gehalte fosfor lager dan 0,0125 mg P/l).
Parameter	In het hydrobiologisch onderzoek: een variabele waarvan de waarde bepalend is voor de toestand (ecologische kwaliteit) van het watersysteem. Vaak gebruikt als synoniem van variabele.
Redfield ratio	De gemiddelde verhouding tussen koolstof (C), stikstof (N) en fosfaat (P) in algen, die gezien wordt als de optimale verhouding tussen deze elementen in water voor groei van algen: C:N:P = 106:16:1 op basis van molen.
Secchi-diepte	Maximale diepte waarop een afgezonken witte Secchi-schijf nog juist zichtbaar is. De diepte wordt bepaald als het gemiddelde van de diepte waarop de neergelaten schijf uit het zicht verdwijnt en de diepte waarop hij bij het ophalen weer zichtbaar wordt. Ook wel zichtdiepte genoemd (ZSecchiof ZS).
Soortenrijkdom	Het aantal soorten in een monster of een gebied; meestal alleen de soorten van een bepaalde taxonomische of functionele groep.
Soortensamenstelling	De lijst van soorten in een monster of een gebied; meestal alleen de soorten van een bepaalde taxonomische of functionele groep.
Substraat	De vaste laag of het sediment waar een organisme zich kan bevinden.
Talud	Het schuine vlak langs een weg, watergang of dijk.
Taxon	Een groep organismen die op grond van overeenkomstige kenmerken een eenheid vormt waaraan een unieke naam is gegeven. Eenheden zijn op verschillende niveaus gedefinieerd, bijvoorbeeld soort, geslacht, familie, klasse.
Trek	Een bemonstering van het oppervlaktewater met behulp van een net dat over enige afstand door het water getrokken wordt.
Waterkolom	De watermassa tussen waterspiegel en sedimentoppervlak.
Zichtdiepte	Zie Secchi-diepte.

Bijlage I Inrichting van het recreatiepark Het Lageveld



Bijlage II Lengte-frequentieverdelingen van de drie vissoorten in Het Lageveld, 12 oktober 2009

