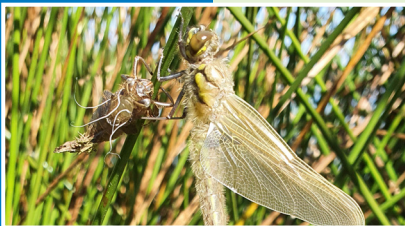


Effecten van guanotrofie door ganzen op het Fochteloërveen en Bargerveen



R.J.W. van de Haterd
H.L. Schepp
H. Tomassen
G. Verweij
O. Duijts



Bureau Waardenburg
Ecologie & Landschap



Effecten van guanotrofie door ganzen op het Fochteloërveen en Bargerveen

R.J.W. van de Haterd, H.L. Schepp, H.B.M. Tomassen, G.L. Verweij en O.W.M. Duijts.

Status uitgave: eindrapport

Rapportnummer: 20-330
Projectnummer: 19-0993
Datum uitgave: 5-2-2021
Foto's omslag: Fochteloërveen bij 7-toren (RvdH), Viervlek (RvdH), Toendrarietganzen (Archief BW) en Meerstablok (RvdH).
Projectleider: R.J.W. van de Haterd
Tweede lezer: T.J. Boudewijn
Naam en adres opdrachtgever: Prolander bv Arcadis Nederland BV
Postbus 50040 Postbus 161
9400 LA ASSEN 6800 AD ARNHEM
Referentie opdrachtgever: Fochteloërveen: Prolander, Inkoopnummer: 33200059 - V1115
Bargerveen: Arcadis, PO-nummer C4500021624
Akkoord voor uitgave: drs. W.M. Liefveld
Paraaf:

Graag citeren als: van de Haterd, R.J.W., H.L. Schepp, H.B.M. Tomassen, G.L. Verweij, & O.W.M. Duijts, 2020. Effecten van guanotrofie door ganzen op het Fochteloërveen en Bargerveen. Rapport rapportnr 20-330. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Trefwoorden: Guanotrofie, ganzen, Fochteloërveen, Bargerveen, Natura 2000, hoogveen, vegetatie, macrofauna, diatomeeën, waterkwaliteit, waterchemie

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv. Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Prolander bv

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Lid van de branchevereniging Netwerk Groene Bureaus. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is gecertificeerd door EIK Certificering overeenkomstig ISO 9001:2015. Bureau Waardenburg bv hanteert als algemene voorwaarden de DNR 2011, tenzij schriftelijk anders wordt overeengekomen.



Bureau Waardenburg
Ecologie & Landschap



Bureau Waardenburg, Varkensmarkt 9 4101 CK Culemborg, 0345 51 27 10, info@buwa.nl, www.buwa.nl



Voorwoord

Voorliggende rapportage is het resultaat van veld- en data-onderzoek dat is uitgevoerd door Bureau Waardenburg samen met Onderzoekscentrum B-WARE. Opdrachtgever Prolander heeft het onderzoek namens de Provincie Drenthe uitgezet en begeleid.

Het project is uitgevoerd door:

Rob van de Haterd (BuWa)	Projectleiding, veldwerk, rapportage en eindredactie
Helen Schepp (BuWa)	Veldwerk en rapportage
Hilde Tomassen (B-WARE)	Veldwerk, analyse en rapportage bodem en water
Geurt Verweij (BuWa)	Analyse en rapportage diatomeeën
Olaf Duijts (BuWa)	Analyse en rapportage macrofauna
Roland van der Vliet (BuWa)	Senior adviseur m.b.t. vogels
Theo Boudewijn (BuWa)	Tweede lezer
Wendy Liefveld (BuWa)	Kwaliteitscontrole

Daarnaast heeft Herman Feenstra (Bureau Vogelinventarisatie en Kraanvogel, tevens Wetlandwacht) een grote bijdrage geleverd door het aanleveren van de tellingen en schattingen van de ganzendichtheden in het Fochteloërveen. Voor het Bargerveen is Ruben Kluit (Staatsbosbeheer) behulpzaam geweest voor het faciliteren van het veldwerk en het leveren van data.

Vanuit de opdrachtgever Prolander is het project begeleid door Willem Molenaar en Rienko van der Schuur. Wij bedanken hen voor de plezierige samenwerking.



Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doelstelling project	7
1.3 Landschapsecologische context	7
2 Locatiekeuze en gebruikte methode	9
2.1 Locatiekeuze	9
2.2 Vogeldichtheden en nutriëntenbelasting	9
2.3 Bodem en waterchemie	13
2.4 Diatomeeën	15
2.5 Vegetatie	15
2.6 Macrofauna	16
3 Resultaten	18
3.1 Leeswijzer	18
3.2 Vogeldichtheden en nutriëntenbelasting	18
3.3 Water- en bodemchemie	23
3.4 Diatomeeën	44
3.5 Vegetatie	51
3.6 Macrofauna	55
4 Integratie, discussie en oplossingsrichtingen	58
4.1 De invloed van ganzen op de kwaliteit van water en bodem	58
4.2 De invloed van ganzen op het hoogveenecosysteem	58
4.3 Invloed guanotrofie op hoogveen in landschapsecologische context	60
4.4 Oplossingsrichtingen	61
Literatuur	63
Bijlage I Seizoensgemiddelde ganzen per monsterlocatie	65
Bijlage II Chemische meetresultaten	67
Bijlage III Aangetroffen soorten diatomeeën	69
Bijlage IV Vegetatie opnamen	72
Bijlage V Macrofaunagegevens	74
Bijlage VI Stroming oppervlaktewaterafvoer	77



Samenvatting

De Natura2000-gebieden Fochteloërveen en Bargerveen hebben instandhoudingsdoelstellingen voor hoogveenvegetaties en ook voor overwinterende watervogels. Met name voor de ganzen (toendrarietgans en kolgans) gaat het daarbij om grote aantallen. De ganzen foerageren in de omliggende landbouwgebieden en slapen op de grotere plassen in het hoogveengebied en brengen daardoor veel nutriënten het veen in. Omdat hoogveenvegetaties gebonden zijn aan zeer voedselarme omstandigheden, zijn deze doelstellingen mogelijk niet met elkaar verenigbaar.

Om te bepalen of de guanotrofie door ganzen een belemmering vormt voor de andere instandhoudingsdoelstellingen is een onderzoek gestart. Op een aantal slaapplekken is onderzoek gedaan naar de bodem- en waterchemie, diatomeeën, vegetatie en macrofauna en dit is vergeleken met een aantal locaties waar weinig of geen ganzen slapen. Voor deze slaapplekken (en de niet-slaapplekken) is zo goed mogelijk in beeld gebracht hoeveel ganzen er slapen op basis van tellingen en schattingen.

Uit het onderzoek blijkt dat de ganzen een aanzienlijke hoeveelheid meststoffen het veen in brengen. De belasting van de plassen waarop de ganzen slapen betreft volgens onze berekening 1,4 – 8,6 kg fosfor en 14 – 95 kg stikstof per hectare per jaar. Op deze slaapplekken geeft dit een hogere stikstofbelasting dan de actuele atmosferische depositie (14-17 kg N/ha/j) en ook hoger dan de kritische depositiewaarde voor hoogveen (7 kg N/ha/j). De toekomstige ontwikkeling van de ganzenaantallen is onzeker, maar een grote daling waardoor de guanotrofie afneemt tot onder de kritische depositiewaarde is niet waarschijnlijk.

De aanwezigheid van hoge dichtheden ganzen heeft meetbare invloed op de nutriëntenconcentraties in het water, de waterbodem en de oever van de plassen. Deze relatie is in het Bargerveen sterk en in het Fochteloërveen vrij zwak. De zwakkere relatie in het Fochteloërveen komt waarschijnlijk door de heterogene bodem (deels zand, deels veen) en de onzekerheden in de schattingen van de ganzendichtheden.

Slechts één locatie (in het Meerstalblok) is te beschouwen als een redelijk ontwikkeld hoogveen met een acrotelm en relatief veel karakteristieke soorten diatomeeën, planten en macrofauna. De overige locaties, ook die zonder ganzen, zijn allemaal ernstig aangetaste hoogvenen. Deze aantasting is dus niet (alleen) het gevolg van de ganzen, maar van allerlei menselijke ingrepen in het verleden, met name ontwatering, veenwinning en ontginning.

Voor het Bargerveen is er een duidelijke relatie tussen de samenstelling van de diatomeeën en de nutriëntenbelasting, voor het Fochteloërveen niet. De verklaring hiervoor ligt in het feit dat diatomeeën sterk reageren op nutriënten in het oppervlaktewater, en dat de relatie tussen ganzen en de nutriënten in het oppervlaktewater in het Bargerveen veel sterker is. Opvallend is ook de hoge dichtheid *Nitzschia paleaeformis*, een storingssoort specifiek voor door vogels verontreinigde zure wateren.

Op de oevers van de plassen geldt dat hoe hoger de ganzendichtheid is, hoe hoger de bedekking met pitrus en hoe lager de bedekking van veenmos en pijpenstrootje. De groei van veenmossen in het water vertoont geen negatief verband met de nutriëntenbelasting, er lijkt eerder sprake van een positief verband. De meest logische verklaring hiervoor is dat



fosforlimitatie wordt opgeheven. Mogelijk speelt ook een hogere CO₂-productie uit de ganzenpoep een rol.

Guanotrofie heeft ook een negatieve invloed op het hogere trofische niveau van de macrofauna, maar dit verband is minder eenduidig van bij vegetatie en diatomeeën.

Op de slaapplekken van ganzen is de belasting met nutriënten dermate hoog dat hoogveenvorming onwaarschijnlijk is, zeker omdat het bovenop de al bestaande atmosferische stikstofdepositie komt. De overwinterende ganzen hebben uitsluitend een lokaal effect, dat zich beperkt tot de plassen en de direct omliggende oevers en geen invloed heeft op de rest van het veen. Dit in tegenstelling tot de atmosferische stikstofdepositie, die het hele veen min of meer gelijk belast.

Op veel van de slaapplekken zou ook zonder de ganzen geen hoogveenvorming mogelijk zijn; de windwerking en fluctuerende waterstanden op de grote plassen belemmeren dat. Om hoogveenvorming op deze grote plassen mogelijk te maken zal een combinatie van maatregelen dus nodig zijn.

Om de guanotrofie te verminderen is het nodig om de plassen onaantrekkelijker te maken voor ganzen, met name ze toegankelijker te maken voor predatoren (met name vos). Omdat de ganzen wel een alternatief moeten hebben, moeten dan tegelijkertijd andere plassen, langs de rand of buiten het gebied, geschikt(er) worden gemaakt voor overwinterende ganzen.



Fochteloërveen monsterlocatie F5 met Canadese ganzen



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Voor de Natura 2000-gebieden Fochteloërveen en Bargerveen gelden instandhoudingsdoelstellingen voor de habitattypen H7110 Actieve hoogvenen en H7120 Herstellende hoogvenen (Prolander 2016; Van Guldener *et al.* 2017). Tegelijk gelden in deze Natura 2000-gebieden ook andere instandhoudingsdoelstellingen, waaronder die voor overwinterende ganzen. De genoemde habitattypen vereisen een voedselarm milieu. De in het gebied rustende en slapende ganzen zorgen juist voor aanvoer van voedingsstoffen van elders, met name op de slaappleaatsen die in de grotere wateren liggen. Uit Fikenscher (2014) komt naar voren dat overwinterende en (in mindere mate) overzomerende ganzen in het Fochteloërveen significant bijdragen aan de toevoer van nutriënten naar het gebied; ze zijn verantwoordelijk voor 45-50% van de totale stikstoftoevoer en 85-90% van de totale fosfortoevoer. Door deze guanotrofie, in combinatie met de atmosferische depositie, is de kans aanwezig dat herstellende hoogvenen niet in kwaliteit verbeteren, en mogelijk in kwaliteit zelfs achteruitgaan. Het is dus mogelijk dat de instandhoudingsdoelstellingen voor ganzen in het Natura 2000-gebied conflicteren met die voor de habitattypen.

De Provincie Drenthe wil, als bevoegd gezag voor deze Natura 2000 doelstellingen, graag weten wat de (on)mogelijkheden zijn voor het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor actieve hoogvenen en herstellende hoogvenen in het Fochteloërveen en het Bargerveen bij aanwezigheid van de ganzen.

1.2 Doelstelling project

De hoofdvraag van het onderzoek is óf, en zo ja waar, de guanotrofie door ganzen een belemmering vormt voor de instandhoudingsdoelstellingen voor de habitattypen herstellend – en actief hoogveen in beide gebieden. Kenmerk van deze habitattypen is de vorming van een levende veenmoslaag (acrotelm) en dus de groei van (bultvormende) veenmossen. Zonder vrijwel gesloten veenmosdek vindt geen hoogveenvorming plaats. Om de (on)mogelijkheden voor hoogveenvorming in beeld te hebben, moet dus om te beginnen bepaald worden waar het systeem te voedselrijk is voor de vorming of behoud van een min of meer gesloten veenmosdek.

1.3 Landschapsecologische context

Hoewel de focus bij de habitattypen vooral op de vegetatie ligt, is een hoogveenlandschap meer dan alleen veenmosvegetaties. Een (natuurlijk) levend hoogveen omvat ook meerstallen of 'soaks' en geulen, waarin weinig planten groeien door windwerking, licht- en/of koolstofgebrek. Dergelijke wateren komen in oude, ongestoorde hoogvenen op grote schaal voor (figuur 1.1). Ze zijn van belang voor zowel de hydrologie als de fauna van een hoogveen, ook al treedt in die poelen vaak geen veenmosgroei op. Hier komen veel 'typische soorten' behorende bij de habitattypen voor zoals de hoogveenglanslibel, de venwitsnuitlibel en de kokerjuffer *Rhadicoleptus alpestris*. Langs de randen van een (natuurlijk) hoogveen komen bovendien zogenaamde 'laggs' voor, waar de beschikbaarheid van voedingsstoffen hoger is dan in de hoogveenkern.



Het Fochteloërveen en Bargerveen zijn natuurlijk niet vergelijkbaar met ongestoorde hoogvenen en de grote wateren zijn geenszins natuurlijke meerstallen of laggs. Het is echter wel zo dat in wateren groter dan drie hectaren sowieso nauwelijks veenmosgroei optreedt (Altenburg *et al.* 2017) en dat de ganzenslaapplaatsen vooral in de (grotere) wateren liggen. Hierdoor is het in theorie mogelijk dat de ganzen de veenmosgroei helemaal niet belemmeren, omdat ze op locaties zitten waar veenmosgroei sowieso niet te verwachten valt; in ieder geval niet op middellange termijn. Wel kunnen de ganzen op die locaties invloed hebben op andere natuurdoelen van een hoogveen, zoals bovengenoemde typische soorten.



Figuur 1.1 Luchtfoto en detailfoto van een levend hoogveen met meerstallen (Zweden).



2 Locatiekeuze en gebruikte methode

2.1 Locatiekeuze

Bij de keuze van de onderzoekslocaties is rekening gehouden met verschillende factoren. Om de gehele bandbreedte van effecten te verkennen zijn locaties geselecteerd met veel en met weinig tot geen ganzen. Omdat de bemonstering tijdens het broedseizoen is uitgevoerd, werden de mogelijkheden beperkt door de aanwezigheid van (verstoring-gevoelige) broedende kraanvogels. Uiteindelijk zijn in overleg met de terreinbeheerders zes locaties in het Fochteloërveen en zes locaties in het Bargerveen bemonsterd. Vijf van deze locaties staan te boek als ganzenslaapplaats, op vijf andere locaties waren incidenteel overnachtende ganzen aanwezig en op twee locaties zijn geen (overnachtende) ganzen geteld. Macrofauna is (om kostentechnische redenen) niet op 12, maar op 10 locaties (5 per gebied) bemonsterd. De niet bemonsterde locaties zijn een drooggevallen locatie in het Bargerveen (niet zinvol) en het Esmeer in het Fochteloërveen (afwijkend qua ontstaansgeschiedenis, geomorfologie en bodem).

De meeste monsterlocaties liggen in plassen die zijn ontstaan door verving, die vaak samenging met ontwatering, en zijn daardoor gedegradeerde hoogvenen zonder functionele acrotelm. Het Esmeer (F6) heeft een heel andere ontstaansgeschiedenis; het is één van de mooiste Nederlandse voorbeelden van een Pingoruïne. Locatie B6 ligt in het Meerstalblok, het oudste en best bewaard gebleven deel van het Bargerveen. Het betreft een 0,6 ha grote plas (waarschijnlijk ontstaan door kleinschalige verving) met eromheen een redelijk intact hoogveengebied met een acrotelm. Deze locatie wordt door ons beschouwd als een soort referentie binnen het onderzoek.

2.2 Vogeldichtheden en nutriëntenbelasting

Watervogels die foerageren buiten het veen en 's avonds terugkeren in het Fochteloërveen en Bargerveen om te slapen op de plassen, brengen nutriënten mee, die via hun feces in het open water terechtkomen. Voor het berekenen van de totale hoeveelheid nutriënten die watervogels meenemen vanaf hun foerageergebieden naar het Fochteloërveen en het Bargerveen, is gebruik gemaakt van het model van Hahn, Bauer en Klaassen (Hahn *et al.* 2008). De fecesproductie van de verschillende watervogels is afhankelijk van hun verteringssysteem. Dit model is gebaseerd op de kenmerken van het verteringssysteem van verschillende watervogels. Per soort rekent het model de fecesproductie uit.

2.2.1 Berekeningsmethode fecesproductie met model Hahn, Bauer en Klaassen

Het model van Hahn *et al.* (2008) maakt gebruik van verschillende parameters voor voedselopname, foerageergedrag en verteringsefficiëntie van ganzen die foerageren op landhabitats. Via kennis over het aantal ganzen en hun voedselkeuze wordt de maximale totale fecesproductie per jaar uitgerekend per monsterlocatie. De fecesproductie wordt uitgedrukt in kilogrammen stikstof (N) en fosfor (P).

De fecesproductie kan via twee methodes worden berekend die beide leiden tot een jaarlijkse hoeveelheid N en P die door ganzen wordt gedeponneerd op de slaapplaatsen. Bij beide methodes wordt uitgegaan van een routinematige foerageersituatie waarin de gans overdag bij daglicht foerageert en de rest van de tijd op de plas doorbrengt. Dit beeld is



gebaseerd op de winterperiode, wanneer de dagen korter zijn en de ganzen optimaal van het daglicht gebruik maken om te foerageren.

De eerste methode gaat uit van een gans in stabiele toestand die evenveel nutriënten opneemt als dat hij uitscheidt. De fecesproductie is dan uit te rekenen aan de hand van de hoeveelheid opgenomen voedsel en de hoeveelheid nutriënten in dat voedsel. Slechts een deel van de mest wordt op de slaappleats uitgeloopt, namelijk het deel dat nog in de darmen aanwezig is wanneer de gans terugkeert naar slaappleats. Hoeveel mest op de slaappleats wordt gedeponed wordt berekend aan de hand van het aantal minuten tussen opname van voedsel en uitscheiding van hetzelfde voedsel (de retentietijd).

De tweede methode berekent de fecesproductie aan de hand van de hoeveelheid geproduceerde keutels, de massa van de keutels en de nutriëntenconcentraties in de keutels. Ook hier wordt de retentietijd gebruikt om het deel van mest dat op de slaappleats wordt gedeponed te berekenen.

De tweede methode voorspelt gewoonlijk lagere waarden N dan de eerste methode. Een deel van de stikstof wordt namelijk uitgescheiden als ammonia. Ammonia vervluchtigt erg snel en gaat verloren voordat de keutels verzameld kunnen worden om de stikstofconcentraties te meten. De tweede methode mist daardoor een deel van de geproduceerde stikstof. Bij keutels die op land terecht komen zal deze vluchtige ammonia zich verspreiden over een ruimere omgeving. Bij keutels die op de slaappleats in het water terechtkomen lost deze ammonia op in het water. Bij een lage pH wordt dit vrijwel geheel omgezet in ammoniak (NH_4^+) en draagt daardoor bij aan de belasting.

In deze rapportage is de hoeveelheid meststoffen die in het Fochteloërveen en het Bargerveen terecht komen via de eerste methode berekend, omdat deze rekening houdt met de voedselkeuze en ammonia. Ook kent de structuur van dit model minder onzekerheid en geeft dus betrouwbaardere resultaten (Hahn *et al.* 2008).

2.2.2 Input voor het model

Om de fecesproductie te berekenen per monsterlocatie zijn per soort de volgende gegevens nodig: het aantal vogels in het gebied, het aantal dagen dat deze aanwezig zijn, het voedsel dat ze eten, de nutriëntenconcentratie van het voedsel (hoog, laag of gemiddeld) en het seizoen. De nutriëntenconcentratie van het voedsel is voor de berekening op 'gemiddeld' gezet.

Het model kent twee verschillende voedselbronnen: *grass* en *beet*. *Grass* is hier een verzamelnaam voor grassen, kruiden en granen. Onder *beet* vallen wortels, knollen en bladeren. In de omgeving van het Fochteloërveen foerageren de ganzen op gras, graan, maïs en oogstresten van bieten en aardappelen. Gras, graan en maïs vallen in het model onder *grass*, oogstresten vallen onder *beet*.

Voor de verhouding tussen de voedselbronnen in het Fochteloërveen is uitgegaan van de waarden uit Fikenscher (2014) en verzamelde gegevens van Herman Feenstra (pers. communicatie). Voor het Bargerveen is hiervoor contact opgenomen met de vrijwillige vogeltellers. Er is voor een gemiddelde nutriëntenconcentratie van het voedsel gekozen om zo een vergelijking te kunnen maken met de resultaten van het onderzoek van Fikenscher (2014).



In beide gebieden slapen naast ganzen en zwanen ook andere vogelsoorten, maar niet van alle soorten zijn gegevens bekend. Er is voor gekozen alleen te rekenen met ganzen (Fochteloërveen) en met ganzen en zwanen (Bargerveen), omdat deze vogelsoorten verreweg het meest aanwezig zijn; circa 90% van het aantal 'vogeldagen' komt voor rekening van deze soorten. Vogeldagen zijn een rekeneenheid die berekend wordt door het aantal vogels te vermenigvuldigen met het aantal dagen dat ze in het gebied verblijven.

Tabel 2.1 Verhouding tussen de benutte voedselbronnen.

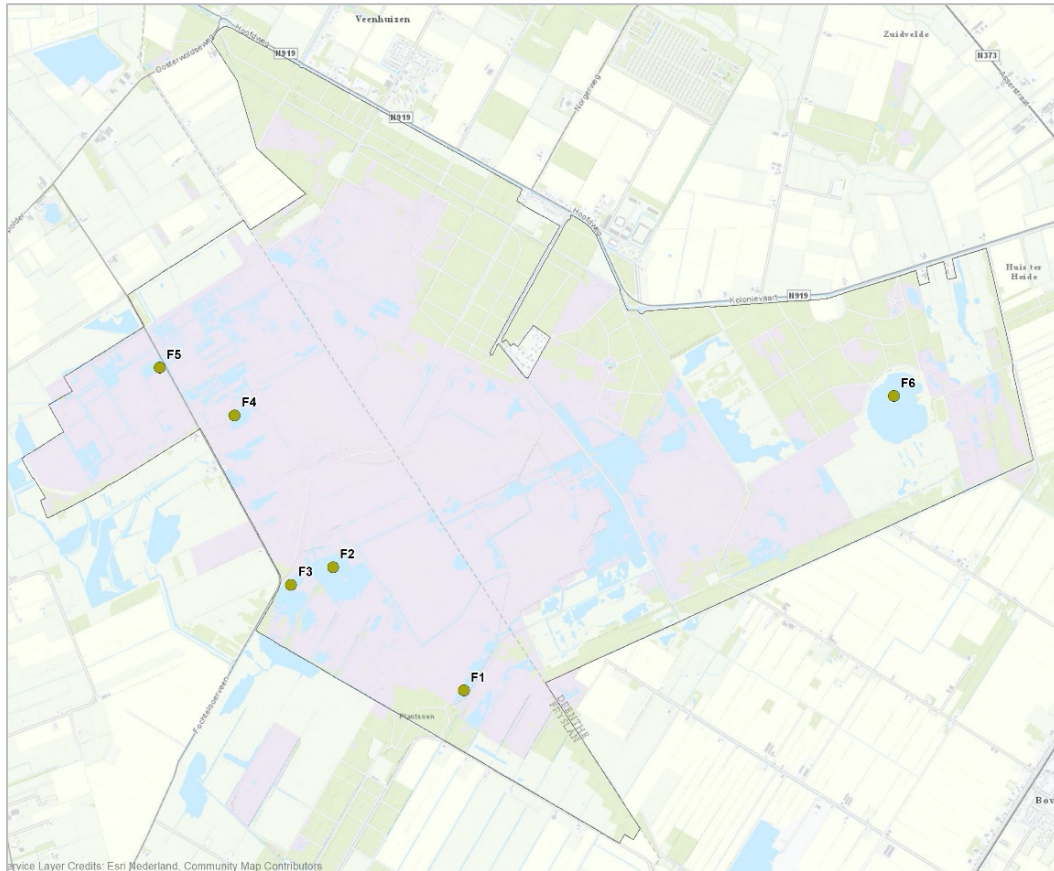
Soort	Voedselbron	Percentage Fochteloërveen	Percentage Bargerveen
Toendrarietgans	Grass	55%	25%
	Beet	45%	75%
Kolgans	Grass	85%	100%
	Beet	15%	-
Grauwe gans	Grass	100%	-
Grote Canadese gans	Grass	100%	-
Wilde zwaan	Grass	85%	100%
	Beet	15%	-
Kleine zwaan	Grass	90%	100%
	Beet	10%	-

Verdeling ganzen per locatie

Zowel van het Fochteloërveen als het Bargerveen zijn wintertellingen beschikbaar om het aantal te schatten van de aanwezige ganzen en zwanen. Voor het Fochteloërveen is een aantal slaapplaatstellingen uitgevoerd door SOVON (maximaal twee per winter, niet voor alle winters). Deze tellingen kwamen niet overeen met de veldervaring van H. Feenstra (Bureau Vogelinventarisatie en Kraanvogel, tevens Wetlandwacht); doordat het slechts twee tellingen per jaar zijn geven ze geen representatief beeld. Daarom heeft H. Feenstra op ons verzoek een inschatting gemaakt van het percentage ganzen dat gebruik maakt van de onderzoekslocaties. In het Fochteloërveen maakt ongeveer 55% van de aanwezige ganzen gebruik van de bemonsterde plassen, de rest zit op andere plassen of buiten het gebied.

Tabel 2.2 Verdeling ganzen per locatie in het Fochteloërveen (zie figuur 2.1 voor de ligging).

Locatie	Percentage
F1	3
F2	20
F3	3
F4	8
F5	1
F6	20
elders	45

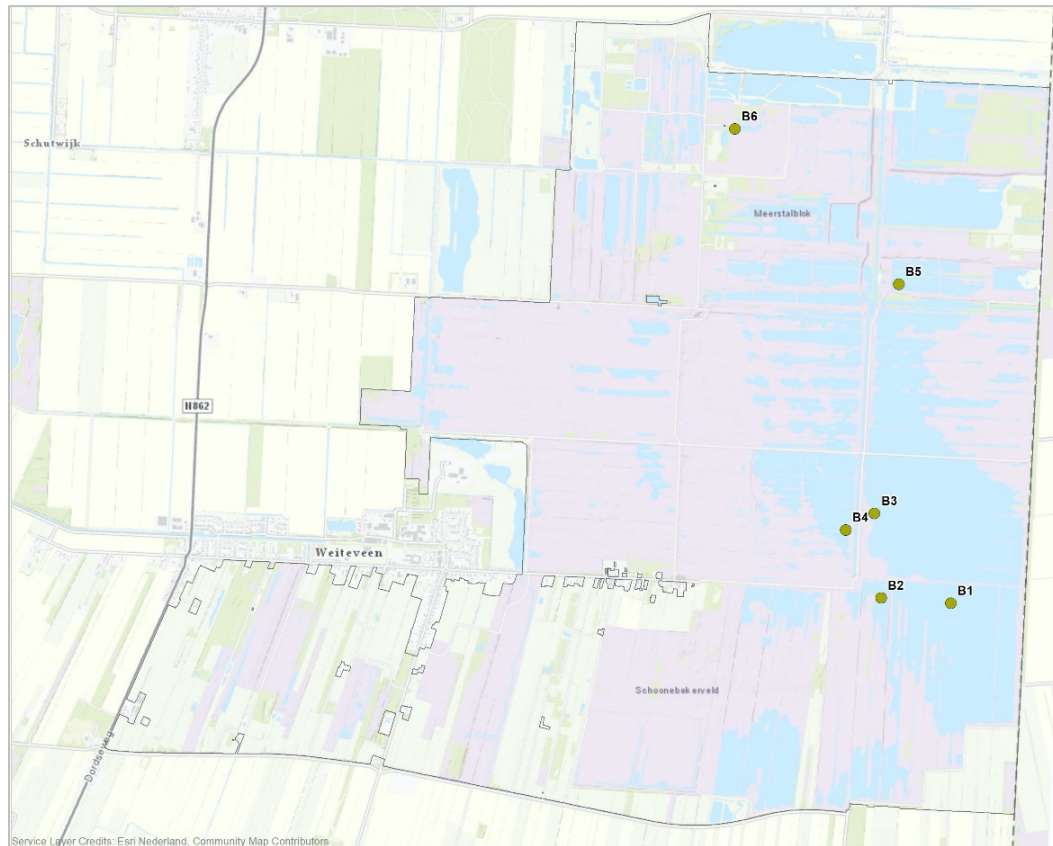


Figuur 2.1 Bemonsteringlocaties Fochteloërveen.

Voor het Bargerveen waren per locatie telgegevens beschikbaar (vrijwillige vogeltellers). Alleen van locatie B2 en locatie B6, waar geen tot weinig ganzen slapen, zijn geen telgegevens bekend. Hiervoor is het aantal aanwezige ganzen op 0 gesteld. Voor locatie B6 is dit vrijwel zeker een terechte aanname, omdat deze locatie niet geschikt is voor groepen ganzen. Het is in theorie mogelijk dat locatie B2 zo nu en dan wel gebruikt wordt als slaapplek, maar gezien de nabijheid van grote plassen zal de voorkeur van de ganzen niet naar locatie B2 uitgaan.

2.2.3 Van fecesproductie naar belasting van het ecosysteem

De fecesproductie op zich is nog geen directe maat voor de impact ervan op het ecosysteem. Immers, een bepaalde hoeveelheid nutriënten heeft in een kleine plas veel meer effect dan in een grote plas. In waterkwaliteitsstudies wordt daarom meestal gebruik gemaakt van de **nutriëntenbelasting**, uitgedrukt in kilogram per hectare per jaar (zie bijv. Jaarsma *et al.* 2008). Daarom is in GIS de (globale) oppervlakte van de plassen rondom de monsterlocaties bepaald (winterbeeld) en de belasting hiermee uitgerekend.



Figuur 2.2 Bemonsteringlocaties Bargerveen.

2.3 Bodem en waterchemie

Op 6 mei 2020 zijn in het Bargerveen (Figuur 2.2) en op 7 mei 2020 in het Fochteloërveen (Figuur 2.1) op zes locaties monsters van de bodem van de oeverzone, waterbodem en het oppervlaktewater verzameld. De toplaag (0-10 cm) van de veenbodem in de oeverzone is bemonsterd door een mengmonster van 3-5 sublocaties te verzamelen op de oever (zone van circa 10 m). De toplaag van de waterbodem (0-10 cm) is verzameld door met een zuigerboor circa 5-10 keer te steken in een zone op circa 2-3 m afstand van de oever. Het mengmonster van de bodem is luchtdicht afgesloten in een plastic zakje. Oppervlaktewater is verzameld door onder water een HDPE-pot (500 ml) te vullen en luchtdicht af te sluiten. De monsters zijn koel bewaard tot verdere analyse.

Voor het verzamelen van poriewater is bij aankomst in Nijmegen een Rhizon bodemvocht-bemonsteraar (Eijkelpark Agrisearch Equipment) in het bodemmonster gestoken. De Rhizons zijn via een slangetje verbonden met een injectiespuit, waarmee onderdruk kan worden aangebracht. Hiermee is anaeroob poriewater uit de veenbodems onttrokken. Het verzamelde poriewater is de volgende ochtend verder geanalyseerd.

2.3.1 Wateranalyses

De pH van het oppervlakte- en poriewater is gemeten met een standaard Ag/AgCl₂-elektrode verbonden met een radiometer (Copenhagen, type TIM840). De hoeveelheid opgelost anorganisch koolstof (CO₂ en HCO₃) is bepaald met behulp van infrarood



gasanalyse (ABB Advance Optima IRGA). De alkaliniteit van het oppervlaktewater is bepaald door een deel van het monster te titreren met verdund zoutzuur tot pH 4,2. De toegevoegde hoeveelheid equivalenten zuur per liter is hierbij de alkaliniteit. De EGV is bepaald met een HACH EGV-probe verbonden met een HQD-meter. De extinctie (450 nm) van de oppervlaktewatermonsters is bepaald met een Biotek plaatreader. De monsters voor de auto-analyses zijn bewaard bij een temperatuur van -20°C tot aan de analyse. De monsters voor de ICP zijn aangezuurd voor analyse en bewaard bij 4°C.

2.3.2 Bodemanalyses

Van de bodemmonsters zijn vervolgens de volgende variabelen bepaald:

- vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid;
- totaal-P, totaal-S, totaal-Fe, totaal-Ca, totaal-Mg, totaal-Mn, totaal-Zn, totaal-Al (na ontsluiting met salpeterzuur en waterstofperoxide);
- totaal-C en totaal-N.

2.3.3 Vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen is het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal in duplo af te wegen in aluminiumbakjes. De bakjes zijn precies tot aan de rand afgevuld (volume = 40,5 ml), zodat de soortelijke massa van de bodem kan worden bepaald. De bodems zijn gedurende minimaal 48 uur gedroogd in een stoof bij 60°C. Vervolgens is het bakje met bodemmateriaal opnieuw gewogen en is het vochtverlies berekend. De fractie organisch stof in de bodem is berekend uit het gloeiverlies. Hiertoe is gedroogd bodemmateriaal gedurende 4 uur verast in een oven bij 550°C. Na het uitgloeien is het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en is het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met de concentratie organisch materiaal in de bodem.

2.3.4 Bodemdestructie

Door de bodem en plantmateriaal te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het materiaal te bepalen. Hiervoor is 200 mg fijngemalen bodemmateriaal nauwkeurig afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal is 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO₃, 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H₂O₂ 30%) toegevoegd, waarna de vaatjes in een destructiemagnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega of Ethos Easy) zijn geplaatst. De monsters zijn vervolgens gedestruerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie is het destruaat nauwkeurig overgebracht in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml met demiwater. Het destruaat is bewaard bij 4°C tot verdere analyse op de ICP-OES.

2.3.5 C/N-analyse bodemmateriaal

Voor de analyse van de totale hoeveelheid koolstof en stikstof is een deel van het gedroogde bodemmateriaal fijngemalen in een kogelmaler. Afhankelijk van het soortelijk gewicht van het materiaal en de verwachte concentraties is een kleine hoeveelheid (3-40 mg) van het gemalen materiaal in een tinnen container afgewogen, waarna het in een CNS-elementenalyzer (Vario Micro Cube, Elementar) is geanalyseerd.



2.3.6 Elementenanalyse (ICP en auto-analysers)

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) zijn bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP-OES, ICAP 6300, Thermo Fisher Scientific of, ARCOS MV, Spectro). De concentraties nitraat (NO_3^-), ammonium (NH_4^+) en fosfaat (PO_4^{3-}) zijn colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III met behulp van resp. salicylaatreagens, hydrazinesulfaat en ammoniummolybdaat/ascorbinezuur. Chloride (Cl^-) is colorimetrisch bepaald met een Bran+Luebbe auto-analyser III systeem met behulp van mercuritiocyanide. Natrium (Na^+) en kalium (K^+) zijn vlamfotometrisch bepaald met een Sherwood Model 420 Flame Photometer. Voor de analyse van totaal-P (TP) in het oppervlaktewater zijn de monsters gehomogeniseerd met een Ultra Turrax. Na UV-destructie en zuurhydrolyse bij 95°C is de concentratie fosfaat colorimetrisch gemeten met behulp van ammoniummolybdaat/ascorbinezuur. Totaal stikstof (TN) in het oppervlaktewater is gemeten met behulp van een TOC-L CPH/CPN-analyser (Shimadzu). Vooraf is het monster in de monsterbuis aangezuurd met een HCl-oplossing, gemengd en vervolgens doorborreld met een inert gas voor verwijdering van TIC (totaal anorganisch koolstof). Via een katalytische oxidatie is al het C en N omgezet in CO_2 , NO en NO_2 . Deze gassen zijn vervolgens gemeten, CO_2 met een Niet Dispersieve Infrarood (NDIR) sensor en NO en NO_2 met een chemiluminiscentie detector (CLD).

2.4 Diatomeeën

Op alle monsterlocaties is een diatomeeënmonster genomen, met uitzondering van de drooggevallen locatie B3. De monsters zijn genomen door op ongeveer vijf plekken, verspreid over 25 meter oever, stengels van onderwatervegetatie of stukjes veenmos af te knippen en in een monsterpot te stoppen. De monsters zijn dezelfde dag ingevroren en later gedetermineerd.

Bij de determinatie worden schaalpjes geteld volgens een vast protocol om er zeker van te zijn dat de verhoudingen tussen de verschillende soorten betrouwbaar worden geschat. Soms worden buiten deze tellingen binnen het protocol nog extra soorten waargenomen. Deze worden met een + genoteerd (aanwezig, niet geteld).

Om de invloed van guanotrofie te beoordelen is de soort samenstelling van de diatomeeëngemeenschap geanalyseerd. Hiervoor is gebruik gemaakt van functionele groepen en van ecologische indicatiewaarden (Van Dam *et al.* 1994). Voor de functionele groepen is met name het voorkomen van doelsoorten, algemene soorten van zure (hoogveen)wateren en storingssoorten indicatief. Daarnaast is gekeken naar een aantal ecologische indicatoren zoals stikstofbehoefte, saprobie en voedselrijkdom.

2.5 Vegetatie

Op iedere monsterlocatie zijn twee vegetatie-opnames gemaakt: één van de 'waterzone' en één van de 'oeverzone'. De grens tussen beide opnames is bewust niet op de waterlijn gelegd, omdat de waterstand behoorlijk kan fluctueren in een afgetakeld hoogveen en in sommige gevallen door werkzaamheden veel lager stond dan gemiddeld. De grens tussen de opnames ligt op de grens tussen een dominantie van hogere planten (in praktijk pitrus of pijpenstrootje) en die van waterplanten of mossen (in praktijk waterveenmos). Als richtlijn hiervoor is een externe bedekking van 70% van hogere planten aangehouden. Langs deze



(niet recht lopende) grens zijn opnames gemaakt met een lengte van 20 meter en een breedte van 2 meter het 'land' op (oeveropname) en 5 meter het water in (wateropname).

De opnames zijn gemaakt op 29 april (Fochteloërveen) en 6 mei (Bargerveen) 2020. Alle aanwezige vaatplanten en mossen zijn in het veld op naam gebracht volgens de 23^e editie van Heukels' flora (Van der Meijden 2005) voor de vaatplanten, Bouman (2002) voor de veenmosses en Siebel & During (2006) voor de overige mosses. Per soort is vervolgens de abundantie genoteerd volgens de gecombineerde schattingsmethode van Braun-Blanquet, zie onderstaande tabel.

Tabel 2.3 Gecombineerde schattingsmethode (bedekking en aantallen) van Braun-Blanquet.

Code	Bedekking	Aantal
r	minder dan 5%	1 - 2 exemplaren
+	minder dan 5%	3 - 20
1	minder dan 5%	21 - 100
2m	minder dan 5%	meer dan 100
2a	5% - 12%	n.v.t.
2b	12% - 25%	n.v.t.
3	25% - 50%	n.v.t.
4	50% - 75%	n.v.t.
5	75% - 100%	n.v.t.

2.6 Macrofauna

De macrofauna is niet direct afhankelijk van nutriënten, zoals de vegetatie en diatomeeën. De macrofauna vormt een hoger trofisch niveau in de voedselketen en is bemonsterd om te kijken of de effecten daarin doorwerken.

In beide gebieden zijn op vijf locaties macrofaunamonsters genomen; in beide gebieden is dus één monsterlocatie (om kostentechnische redenen) niet op macrofauna onderzocht. De monsters zijn genomen met behulp van een standaard macrofaunanet met een maaswijdte van 0,5 mm. Vanaf de oever is over een lengte van 5 meter bemonsterd. Het standaard macrofaunanet heeft een breedte van 0,3 meter. Bij een monsterlengte van vijf meter is het bemonsterde oppervlak dus 1,5 vierkante meter.

De macrofaunamonsters zijn koel bewaard en binnen 48 uur na bemonstering uitgezocht. De gevonden macrofauna is op soortgroep uitgezocht en geconserveerd in potjes met 70% ethanol, behalve de mijten die zijn geconserveerd in koenike-vloeistof.

Voor de interpretatie van de macrofaunagegevens is gebruik gemaakt van de systematiek van de Kader Richtlijn Water (KRW). Voor de KRW zijn maatlatten per watertype vastgesteld waarmee het oppervlaktewater beoordeeld kan worden op basis van het voorkomen van macrofauna. In dit geval is gebruik gemaakt van de maatlat voor watertype M26; ondiepe hoogveenplassen en vennen (Van der Molen *et al.* 2013). De uitkomst van de maatlat ligt per definitie tussen 0 (zeer slecht) en 1 (referentiesituatie), maar de meeste Nederlandse wateren scoren tussen de 0,2 en 0,6 (PBL 2019).

De berekening is gebaseerd op de aanwezigheid van kenmerkende soorten, positief dominanten en negatief dominanten, waarbij de eerste twee categorieën de score positief beïnvloeden en de derde categorie negatief (Van der Molen *et al.* 2013). Voor nadere



interpretatie van de invloed van guanotrofie op de macrofaunagemeenschap, is ook nog in detail gekeken naar het voorkomen van karakteristieke soorten voor hoogveenplassen en vennen met hoogveenvorming conform het aquatisch supplement (Arts 2000). Tot de karakteristieke soorten voor hoogveenwateren behoren soorten die gebonden zijn aan zure, ionen- en min of meer voedselarme wateren en soorten die gebonden zijn aan veenmos en hoogveenverlandingsvegetaties. Het voorkomen van karakteristieke soorten is een indicatie zijn van goede ecologische kwaliteit van het gebied. Karakteristieke soorten voor hoogveen of herstellend hoogveen zijn:

Libellen: *Aeshna subarctica*, *Somatochlora arctica*, *Enallagma cyathigerum*, *Coenagrion hastulatum*, *Leucorrhinia ribicunda*, *Leucorrhinia pectoralis*, *Leucorrhinia dubia*, *Ceriagrion tenellum*, *Sympetrum danae*.

Kevers: *Dytiscus lapponicus*, *Hydroporus gyllenhalii*, *Hydroporus incognitus*, *Hydroporus melanarius*, *Hydroporus umbrosus*, *Agabus congener*, *Berosus luridus*, *Bidessus grossopunctatus*, *Helophorus tuberculatus*, *Hydroporus erythrocephalus*, *Hydroporus pubescens*, *Hydroporus tristis*, *Ilybius aenescens*, *Graphoderus zonatus*.

Kokerjuffers: *Agrypnia obsoleta*, *Oligostomis reticulata*, *Oligostomis striata*, *Rhadicoleptus alpestris*, *Limnephilus elegans*.

Watermijten: *Oxus nodigerus*, *Arrenurus affinis*, *Arrenurus stecki*, *Zschokkea oblonga*, *Arrenurus compactus*, *Arrenurus leuckarti*.

Muggen: *Phalacrocera replicata*, *Chaoborus obscuripes*, *Paratendipes nudisquama*, *Polypedilum uncinatum*, *Telmatopelopia nemorum*.

De meeste van de bovengenoemde soorten zijn carnivoor. De mug *Phalacrocera replicata* is een soort die sterk geassocieerd is met veenmos en waarmee de soort zich ook voedt. Slakken, bloedzuigers en platwormen komen niet tot nagenoeg niet voor in de zure hoogveenwateren, zelfs niet in aangetaste systemen.

Het in ruime mate voorkomen van de bovenstaande soorten is een indicatie van een goede kwaliteit van het milieu waarin deze zijn aangetroffen. Het weinig voorkomen of ontbreken van deze soorten is indicatief voor de aantasting van de kwaliteit van de betreffende wateren, net als het voorkomen van storingssoorten (zoals soorten van eutroof water).



3 Resultaten

3.1 Leeswijzer

Om de vraag in welke mate de aanwezigheid van ganzen de hoogveenontwikkeling belemmert te beantwoorden, doorlopen we de volgende stappen:

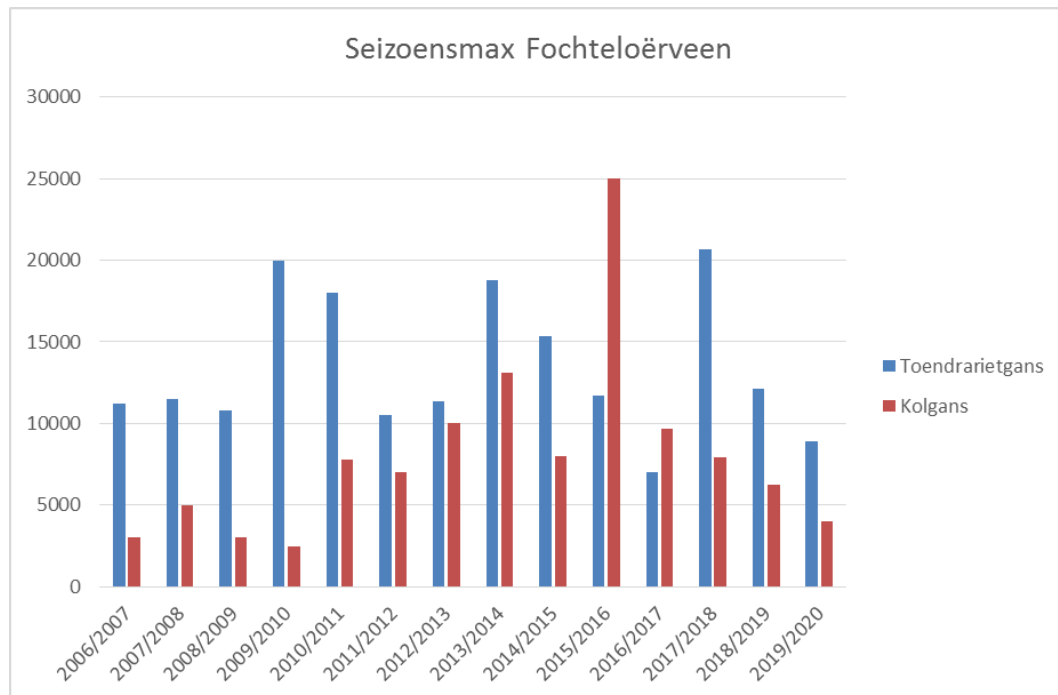
- Eerst worden de dichtheden van ganzen beschreven en hun bijdrage aan de nutriënteninput gekwantificeerd (§3.2);
- Vervolgens wordt geanalyseerd of deze invloed meetbaar is in de (chemische) water- en bodemkwaliteit (§3.3);
- Vervolgens wordt de invloed op de biologische waterkwaliteit bekeken aan de hand van de diatomeeën (§3.4);
- Daarna wordt bekeken of er invloed is op de vegetatie als indicator van de hoogveenontwikkeling (§3.5);
- Om te zien of de invloed ook doorwerkt in hogere trofische niveaus wordt ten slotte de aquatische macrofauna besproken (§3.6).

3.2 Vogeldichtheden en nutriëntenbelasting

3.2.1 Ontwikkeling vogelaantallen

Toendrarietgans en kolgans zijn de dominante ganzensoorten in het Fochteloërveen en het Bargerveen. De aantallen in het Bargerveen zijn het hoogst (figuur 3.3). De gemiddelde aantallen liggen daar in het laatste decennium grofweg tussen de 9.000 en 60.000 voor toendrarietgans en tussen de 10.300 en 25.000 voor kolgans. In het Fochteloërveen liggen de gemiddelde aantallen grofweg tussen de 5.000 en 10.000 voor toendrarietgans en tussen de 3.000 en 11.000 voor kolgans. De aantallen in het Bargerveen zijn gebaseerd op minder tellingen per jaar en dus onzekerder. De aantallen fluctueren enigszins in de tijd, waarbij er verschillende piekmomenten zijn in de tijd die verschillen per soort en per gebied. Er is geen duidelijke trend zichtbaar, al zijn in het Bargerveen de aantallen aan het eind van het decennium hoger dan aan het begin ervan. In het Fochteloërveen lijken er piekjaren met verhoogde aantallen ganzen te zijn, halverwege het decennium.

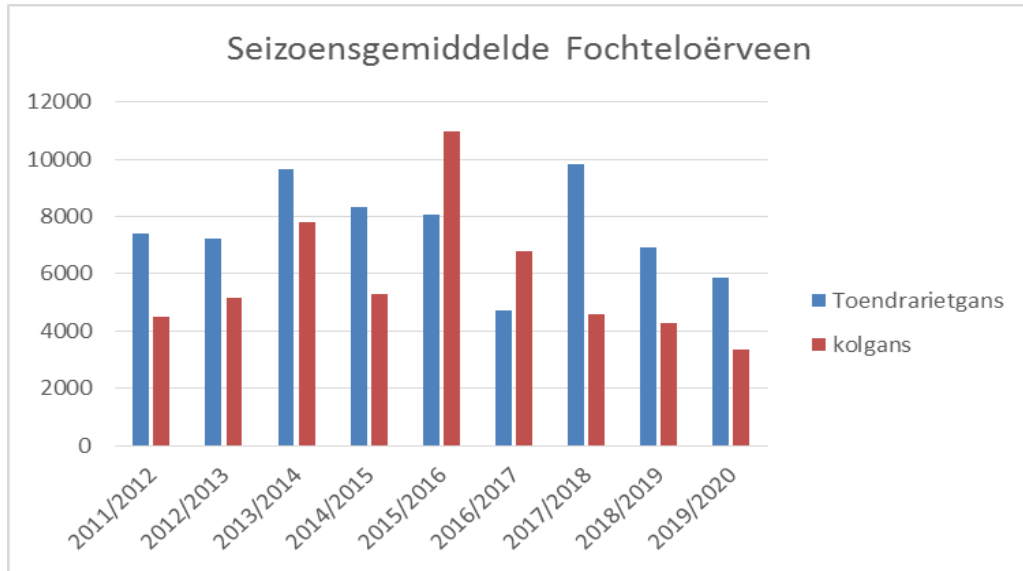
In Figuur 3.1 staan de seizoensmaxima voor het Fochteloërveen. De aantallen fluctueren jaarlijks met af en toe een uitschieter zoals in 2015/2016 voor de kolgans. Voor het Bargerveen zijn geen seizoensmaxima berekend; het aantal tellingen is daarvoor te gering.



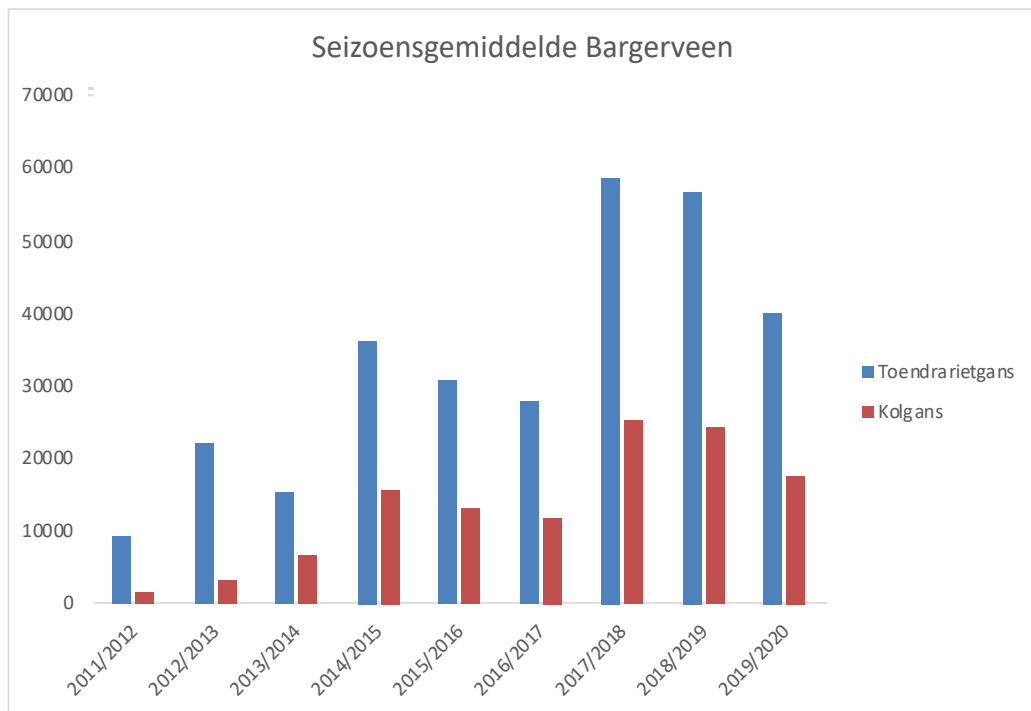
Figuur 3.1 Maximumaantal getelde ganzen per seizoen in het Fochteloërveen (data H. Feenstra).

Figuur 3.2 en Figuur 3.3 geven de seizoensgemiddelden weer voor het Fochteloërveen en het Bargerveen. De seizoensgemiddelden per monsterlocatie zijn opgenomen in Bijlage I. Ook hier is de jaarlijkse fluctuatie in aantallen terug te zien. In het Bargerveen is een stijgende lijn in het aantal toendrarietgans en kolgans te zien, maar de laatste twee seizoenen weer een stabilisatie/afname. In het Fochteloërveen lijkt er na een stijging een lichte daling in aantal ganzen te zijn. De landelijke trend (4) laat voor zowel kolgans als toendrarietgans¹ een sterke stijging tot ongeveer 2011 zien; in de periode daarna (waarop onze telgegevens dus betrekking hebben) stabiliseren de aantallen of nemen ze licht af. SOVON heeft dit ook statistisch getoetst en constateert een lichte, maar significante stijging van <5% sinds 1980, maar geen verandering in de laatste 12 seizoenen voor beide soorten. Het is altijd moeilijk om dergelijke trends te extrapoleren naar de toekomst, maar de meest voor de hand liggende aanname is dat de aantallen in de nabije toekomst eerder zullen dalen dan stijgen, omdat de laatste dertig jaar het broedsucces van beide soorten afneemt (Hornman *et al.* 2020).

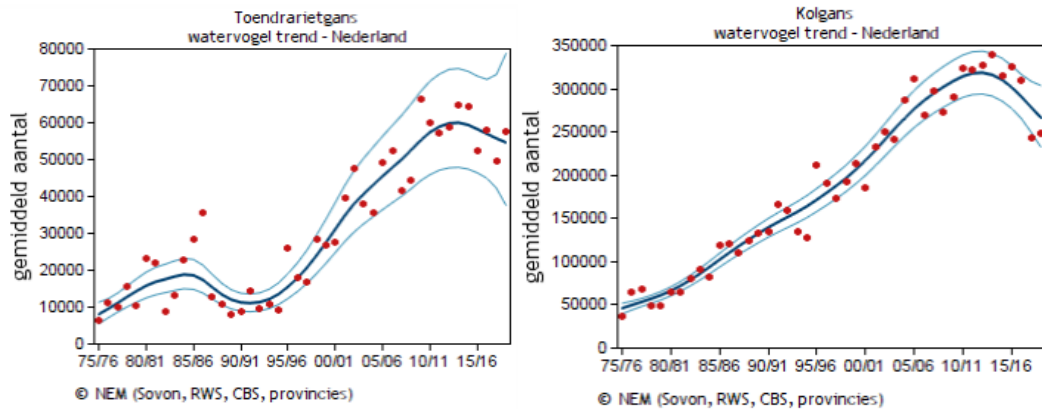
¹ Het grootste deel van de overwinterende toendrarietgans in ons land zit overigens in het Bargerveen en Fochteloërveen, dus de landelijke trend volgt de trend in deze gebieden.



Figuur 3.2 Gemiddeld aantal toendrarietganzen en kolganzen in het Fochteloërveen (data H. Feenstra).



Figuur 3.3 Gemiddeld aantal toendrarietganzen en kolganzen in het Bargerveen.



Figuur 3.4 Landelijke trends voor kolgans en toendrarietgans (www. SOVON.nl).

3.2.2 Jaarlijkse mesttoevoer per gebied

Op basis van de telgegevens is per locatie de totale fecesproductie per monsterlocatie per jaar uitgerekend, zie tabel 3.1, met behulp van het model van Hahn *et al.* (2008; zie §2.2). De berekening is uitgevoerd met het gemiddeld aantal vogeldagen (zomer en winter) in de afgelopen zes jaar (2014-2019) per locatie (Bijlage I, gebaseerd op de tellingen en schattingen van H. Feenstra).

Tabel 3.1 Fochteloërveen, gemiddelde jaarlijkse fecesproductie in kilogrammen stikstof (N) en fosfor (P) per monsterlocatie berekend over 2014-2019 (totaal, niet per oppervlakte!).

Locatie	Toendrarietgans		Kolgans		Grauwe gans		Totaal	
	N (kg)	P (kg)	N (kg)	P (kg)	N (kg)	P (kg)	N (kg)	P (kg)
F1	59,0	5,7	53,0	4,5	8,6	0,7	120,6	10,9
F2	393,1	37,8	353,1	30,1	57,4	4,7	803,6	72,6
F3	59,0	5,7	53,0	4,5	8,6	0,7	120,6	10,9
F4	157,3	15,1	141,3	12,0	23,0	1,9	321,5	29,0
F5	19,7	1,9	17,7	1,5	2,9	0,2	40,2	3,6
F6	393,1	37,8	353,1	30,1	57,4	4,7	803,6	72,6
Totaal							2.210,0	199,6

Fikenscher (2014) heeft voor 2014 de fecesproductie door ganzen berekend in het gehele Fochteloërveen (door de fecesproductie te delen door de oppervlakte van het hele veen). In dit onderzoek is alleen de fecesproductie berekend op de zes monsterlocaties (zie: 2.2 Vogeldichtheden en nutriëntenbelasting). Om beide berekeningen met elkaar te kunnen vergelijken is aangenomen dat in 2014 dezelfde percentages van de ganzen gebruik maakten van de plassen. Dit is ongetwijfeld niet correct, maar een dergelijke aanname is nodig om beide belastingen met elkaar te vergelijken¹. De gesommeerde fecesproductie op de monsterlocaties lag in de periode 2014-2019 (Tabel 3.1) maar liefst 1.006 kilogram stikstof (N) en 59 kilogram fosfor (P) hoger dan in de periode daarvoor (Tabel 3.2), een toename van maar liefst 84%.

¹ De andere optie zou zijn om de totale belasting voor de periode 2014-2019 te berekenen en deze te delen door de oppervlakte grote wateren van het hele Fochteloërveen, zoals Fickenscher gedaan heeft. Dit is echter ook geen correcte werkwijze, aangezien een deel van de vogels buiten het veen slaapt.



Tabel 3.2 *Fochteloërveen, gemiddelde jaarlijkse fecesproductie in kilogrammen stikstof (N) en fosfor (P), omgerekend naar de zes monsterlocaties (obv data uit Fikenscher 2014).*

locatie	Toendrarietgans		Kolgans		Grauwe gans		Totaal	
	N (kg)	P (kg)	N (kg)	P (kg)	N (kg)	P (kg)	N (kg)	P (kg)
F1	36,2	5,3	25,1	2,1	4,4	0,4	65,7	7,7
F2	241,5	35,1	167,4	13,7	29,1	2,4	438,0	51,1
F3	36,2	5,3	25,1	2,1	4,4	0,4	65,7	7,7
F4	96,6	14,0	67,0	5,5	11,6	1,0	175,2	20,4
F5	12,1	1,8	8,4	0,7	1,5	0,1	21,9	2,6
F6	241,5	35,1	167,4	13,7	29,1	2,4	438,0	51,1
Totaal							1204,5	140,5

Vervolgens is de fecesproductie omgerekend naar de nutriëntenbelasting omdat deze een betere maat is voor de impact op het ecosysteem (zie §2.2.3). In Tabel 3.3 is de fecesproductie per hectare weergegeven voor het huidige onderzoek en het onderzoek van Fikenscher (2014). In de laatste kolom is de actuele atmosferische depositie¹ (ADW) per locatie weergegeven (AERIUS, 2020). Dit is de stikstofbelasting afkomstig van alle andere emissiebronnen (zoals landbouw, verkeer, industrie etc.), dus exclusief de ganzen. In de huidige situatie leveren ganzen op alle plekken waar ze slapen een veel grotere belasting dan de ADW. In 2014 was dat op vier van de zes locaties het geval. Daarbij moet wel worden aangetekend dat de ganzenbelasting uitsluitend op de plassen optreedt, terwijl de ADW overal optreedt. De totale input van stikstof door ganzen op het hele veen is dan ook ongetwijfeld veel kleiner dan de ADW.

Tabel 3.3 *Fochteloërveen, gemiddelde belasting in kg stikstof (N) en fosfor (P) per ha per jaar.*

Locatie	Oppervlakte (m ²)	kg N/ha/jaar (deze studie)	kg P/ha/jaar	kg N/ha/jaar (Fikenscher, 2014)	kg P/ha/jaar	ADW kg N/ha/jaar
F1	41.567	29.0	2,6	15.8	1.8	13.7
F2	158.825	50.6	4,6	27.6	3.2	13.3
F3	71.085	17.0	1,5	9.2	1.1	14.7
F4	33.939	94.7	8,6	51.6	6.0	13.5
F5	17.893	22.5	2,0	12.2	1.4	14.1
F6	235.139	34.2	3,1	18.6	2.2	15.4

In het Bargerveen is de maximale totale fecesproductie per jaar bijna tweemaal zo hoog, door de hogere vogelaantallen (Tabel 3.4). Hier is geen vergelijking met oudere berekeningen mogelijk, maar als we kijken naar de verschillen in de aantalsontwikkeling (Figuur 3.3) dan zal ook hier naar verwachting sprake zijn van een forse toename van de fecesproductie ten opzichte van 2014.

In de laatste kolom van Tabel 3.5 is eveneens de actuele atmosferische depositie per locatie weergegeven (AERIUS, 2020). In de huidige situatie leveren ganzen op alle plekken waar ze slapen een veel grotere stikstofbelasting dan de ADW, vooral locatie B5 is opvallend, hier is de stikstofdepositie van ganzen bijna drie keer hoger dan de ADW.

¹ Vaak wordt in AERIUS kortweg de term 'achtergronddepositie' gebruikt. Deze term kan ons inziens tot verwarring leiden, omdat deze ook betrekking kan hebben op de *natuurlijke* achtergronddepositie, dus exclusief de antropogene bronnen. Daarom wordt in dit rapport de term 'actuele atmosferische depositie' gebruikt. Dit is dus de totale actuele depositie van stikstof via de lucht, door zowel natuurlijke als antropogene bronnen zoals deze in AERIUS te vinden is.



Tabel 3.4 Bargerveen, gemiddelde jaarlijkse fecesproductie in kilogrammen stikstof (N) en fosfor (P) per monsterlocatie berekend over 2014-2019.

locatie	Toendrarietgans		Kolgans		Wilde zwaan		Kleine zwaan		Totaal	
	N (kg)	P (kg)	N (kg)	P (kg)	N (kg)	P (kg)	N (kg)	P (kg)	N (kg)	P (kg)
B1	586,5	70,8	526,0	43,0	10,4	0,9	3,0	0,2	1125,9	114,9
B2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B3	969,2	117,0	869,1	71,0	6,2	0,5	26,7	2,2	1871,3	190,7
B4	203,8	24,6	182,7	14,9	0,0	0,0	0,0	0,0	386,5	39,5
B5	246,6	29,8	221,1	18,6	1,1	0,1	0,0	0,0	468,8	48,5
B6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal									3852,4	393,6

Tabel 3.5 Bargerveen, gemiddelde belasting in kg stikstof (N) en fosfor (P) per ha per jaar.

Locatie	Oppervlakte (m ²)	kg N/ha/jaar	kg P/ha/jaar	ADW kg N/ha/jaar
B1	649.000	17,3	1,8	15,7
B2	44.000	0,0	0,0	16,1
B3	760.000	24,6	2,5	15,7
B4	287.000	13,5	1,4	16,4
B5	97.000	48,3	5,0	17,5
B6	6.000	0,0	0,0	16,0

3.2.3 Samenvatting vogelaantallen en nutriëntenbelasting

Er overwinteren jaarlijks tienduizenden ganzen in en rond het Fochteloërveen en Bargerveen. Deze dieren foerageren op de voedselrijke graslanden en slapen op de plassen in en rondom de veengebieden. Hoewel de aanleg van nieuwe plassen rondom het veen voor alternatieve slaapplekken heeft gezorgd, laten tellingen en schattingen zien dat nog steeds een aanzienlijk deel van de ganzen op de plassen in beide venen slaapt. Dit zorgt voor een aanzienlijke belasting van het veensysteem met nutriënten. Uit onze berekeningen blijkt dat de stikstofbelasting door ganzen in het Fochteloërveen (17-95 kg N/ha/j) en Bargerveen (13-48 kg N/ha/j) op de meeste locaties met ganzen flink hoger is dan de actuele atmosferische depositie (ADW; 13-19 kg N/ha/j). Hoogveen is zeer gevoelig voor stikstofdepositie en kent een kritische depositiewaarde van 5-10 kg N/ha/jaar (Bobbink & Hettelingh 2011). Boven deze waarde treedt vermessing op wat nadelig is voor de instandhoudingsdoelstellingen (Jansen *et al.* 2014).

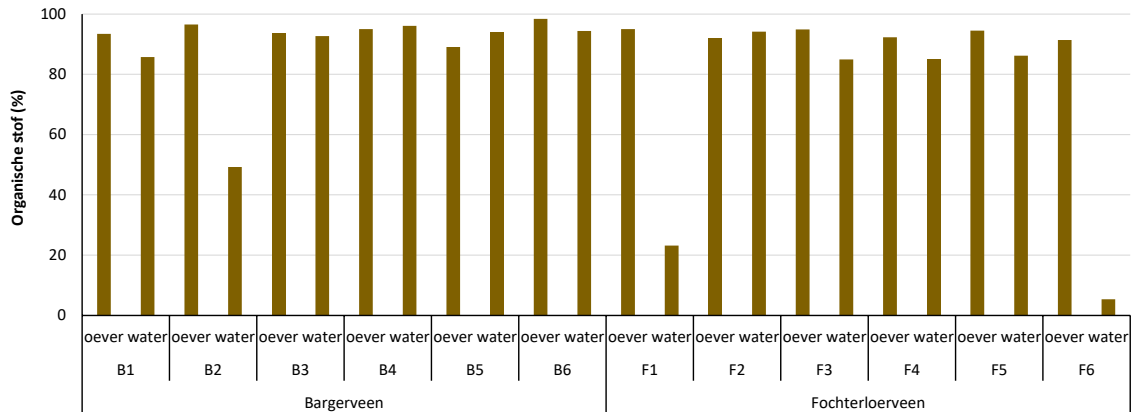
Doordat de belasting door watervogels berekend is, zijn de belasting door fosfor en die door stikstof één op één aan elkaar gerelateerd (§3.1). In het vervolg van dit rapport vergelijken we de resultaten van de chemische en biologische analyses daarom telkens met maar één van beide (de P-belasting), in de tekst spreken we over nutriëntenbelasting.

3.3 Water- en bodemchemie

Op iedere locatie zijn bodemonsters verzameld van zowel de oeverzone als de waterbodem. Het betreft voornamelijk veenbodems (> 50% organische stof), uitgezonderd de waterbodem op locatie B2 in het Bargerveen en de locaties F1 en F6 in het



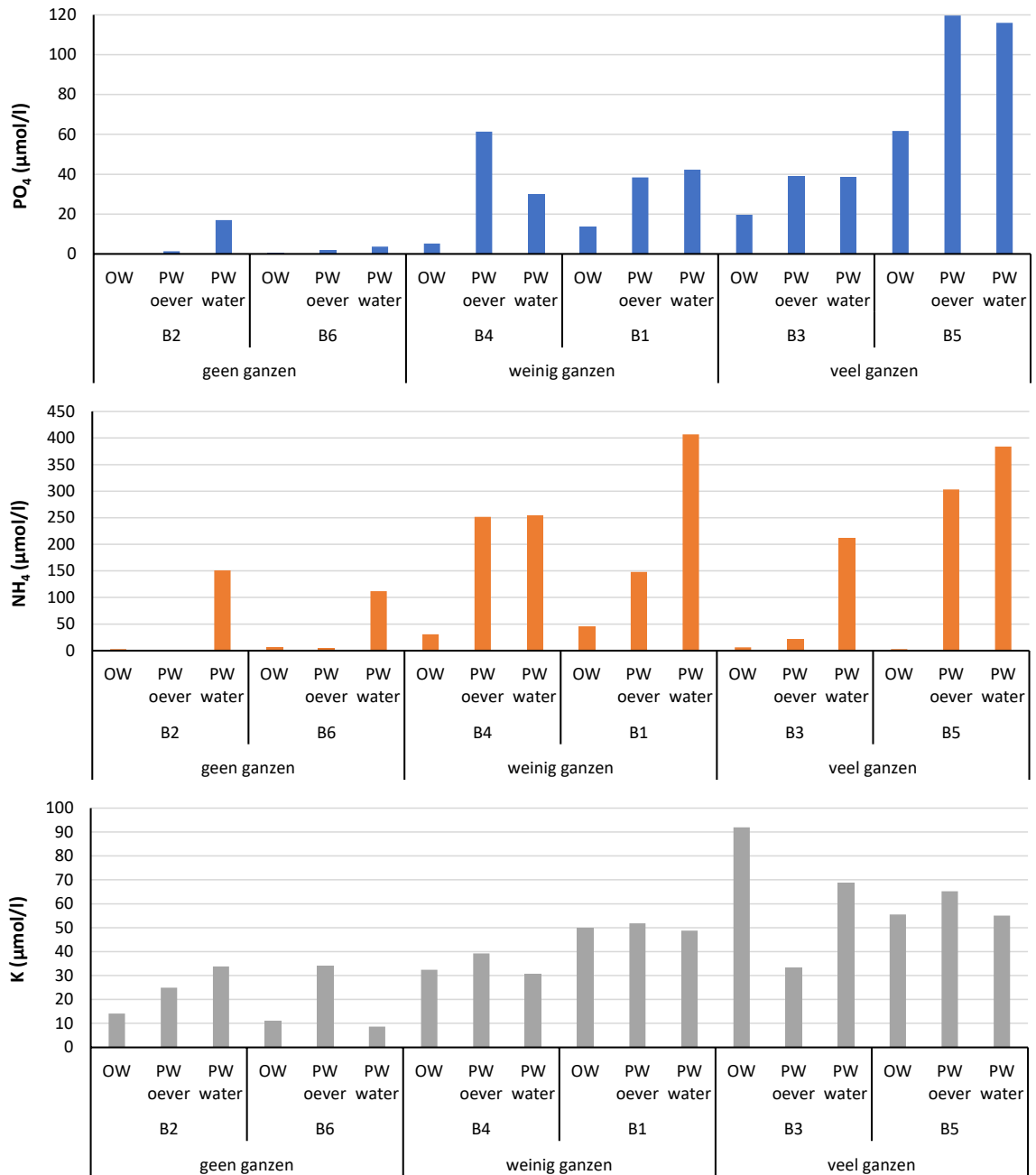
Fochteloërveen (Figuur 3.5). Op deze locaties bestaat de waterbodem uit (venig) zand met een lager percentage organische stof en een hogere soortelijke massa. Om de concentraties in de bodem tussen organische en minerale bodems te kunnen vergelijken zijn deze niet uitgedrukt op basis van massa, maar op basis van volume (per liter bodem). De eventuele invloed van guanotrofie op de chemische samenstelling van het water en de bodem wordt eerst per gebied apart beschreven en daarna worden de twee gebieden met elkaar vergeleken.



Figuur 3.5 Organische stofconcentratie van de bodem in de oeverzone en de waterbodem op locatie B1 t/m B6 in het Bargerveen en locatie F1 t/m F6 in het Fochteloërveen.

3.3.1 Bargerveen

In het Bargerveen zijn zes locaties bemonsterd (zie Figuur 2.2): twee locaties waar geen ganzen aanwezig zijn (locatie B2 en B6), twee locaties met lage aantallen ganzen per oppervlakte (locatie B1 en B4) en twee locaties met hoge aantallen ganzen per oppervlakte (locatie B3 en B5).



Figuur 3.6 Concentratie ortho-fosfaat, ammonium en kalium in het oppervlaktewater (OW) of poriewater (PW) in de oeverzone of waterbodem op locatie B1 t/m B6 (in volgorde van oplopende belasting via ganzen) in het Bargerveen. Er werden twee locaties zonder ganzen (locatie B2 en B6), twee locaties met weinig ganzen (locatie B1 en B4) en twee locaties met veel ganzen (locatie B3 en B5) bemonsterd. Voor ligging van de locaties zie Figuur 2.2.

Oppervlakte- en poriewater

Op de locaties zonder ganzen (locatie B2 en B6) zijn lage ($< 1 \mu\text{mol/l}$) fosfaatconcentraties gemeten in het oppervlaktewater en in het poriewater in de oeverzone (Figuur 3.6). De ammoniumconcentraties in het poriewater uit de waterbodem zijn hoog ($> 100 \mu\text{mol/l}$),



maar wel lager dan op de overige locaties. De hoge ammoniumconcentraties zijn het gevolg van de jarenlange hoge atmosferische stikstofdepositie. Uit OBN-onderzoek blijkt dat de ammoniumconcentraties in het poriewater uit terrestrische veenbodems (25 cm diepte) van hoogvenen in Nederland veel hoger (36,4 $\mu\text{mol/l}$) zijn dan in Ierland (12,7 $\mu\text{mol/l}$) en Estland (7,6 $\mu\text{mol/l}$; Tomassen *et al.*, 2003). In venige waterbodems (groot bodemadsorptiecomplex) accumuleert vaak veel ammonium en zijn de concentraties hoger. In het Meerstalblok is in de periode 1999-2000 een experiment uitgevoerd (Tomassen *et al.*, 2003) waarbij ook de ammoniumconcentratie in het poriewater van de waterbodems is gemeten. De ammoniumconcentratie varieerde van ca. 15 tot 100 $\mu\text{mol/l}$ (in het najaar hogere concentraties) en dit is lager dan nu is gemeten op de locaties zonder ganzen. Dit is een aanwijzing dat de ammoniumconcentraties in de afgelopen 20 jaar zijn gestegen.

Op locatie B2 en B6 zijn ook de kaliumconcentraties relatief laag (Figuur 3.6). Kalium is een nutriënt dat ook aanwezig is in de uitwerpselen van vogels (Tomassen *et al.*, 2005). Op locatie B1 en B4 zijn relatief weinig ganzen per hectare aanwezig, maar de fosfaatconcentraties in het oppervlakte- en poriewater zijn al duidelijk hoger dan op de locaties zonder ganzen (Figuur 3.6). In het oppervlaktewater zijn op deze locatie fosfaatconcentraties van 5 tot 14 $\mu\text{mol PO}_4/\text{l}$ gemeten, wat zeer hoog is voor oligotrofe hoogveensystemen (zie Tabel 3.6). Ook de ammoniumconcentraties zijn hoger, waarbij op locatie B1 de hoogste ammoniumconcentratie (> 400 $\mu\text{mol/l}$) in het poriewater van de waterbodems is gemeten. Op locatie B3, een locatie met veel ganzen, zijn vergelijkbare nutriëntenconcentraties gemeten in het (porie)water als op de locaties met weinig ganzen. Dit betreft het grootste water (ca. 75 ha) en de invloed van ganzen is waarschijnlijk niet overal even groot. Daarbij komt dat de plas op het moment van bemonstering leeggepompt was vanwege de uitvoering van maatregelen¹. Het is daardoor lastig om een verband aan te tonen met de aanwezigheid van ganzen.

Tabel 3.6 Chemische samenstelling van het oppervlaktewater van zure plassen en poelen in hoogvenen in Estland, Noorwegen en Nederland tussen 1998 en 2000. Concentraties zijn gegeven in $\mu\text{mol/l}$, met uitzondering van de pH. Bron: analysedata uit Tomassen *et al.* (2003).

Periode	Locatie	Aantal monsters	pH	CO ₂	E ₄₅₀	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	K ⁺
				$\mu\text{mol/l}$		$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$
2000	Estland	4	4,48	889	0,093	0,4	1,7	2,4	8,6
1998	Noorwegen	4	4,73	75	0,019	0,0	2,5	7,1	5,4
1997-1998	Amsterdamse Veld	2	3,21	25	0,059	0,2	2,0	6,4	12,9
1999-2000	Meerstalblok	16	4,11	108	0,258	1,3	14,8	16,2	13,1
1998-1999	Fochteloërveen	2	4,34	303	0,106	0,9	4,6	18,1	9,1
1998-1999	Haaksbergerveen	5	4,65	485	0,114	0,8	3,3	19,0	21,3
1999-2000	Mariapeel	16	4,21	117	0,219	1,3	8,1	40,1	36,3

¹ Omdat B3 de locatie was met het grootste aantal overwinterende ganzen en de hoogste belasting, is deze ondanks de droogval toch meegenomen in het onderzoek. Tevens is nog een extra locatie (B4) bemonsterd.



Figuur 3.7 Impressie van de drooggevallen veenplas in het Bargerveen ter hoogte van locatie B5. Foto is genomen op 3 september 2019. Foto: Hilde Tomassen.

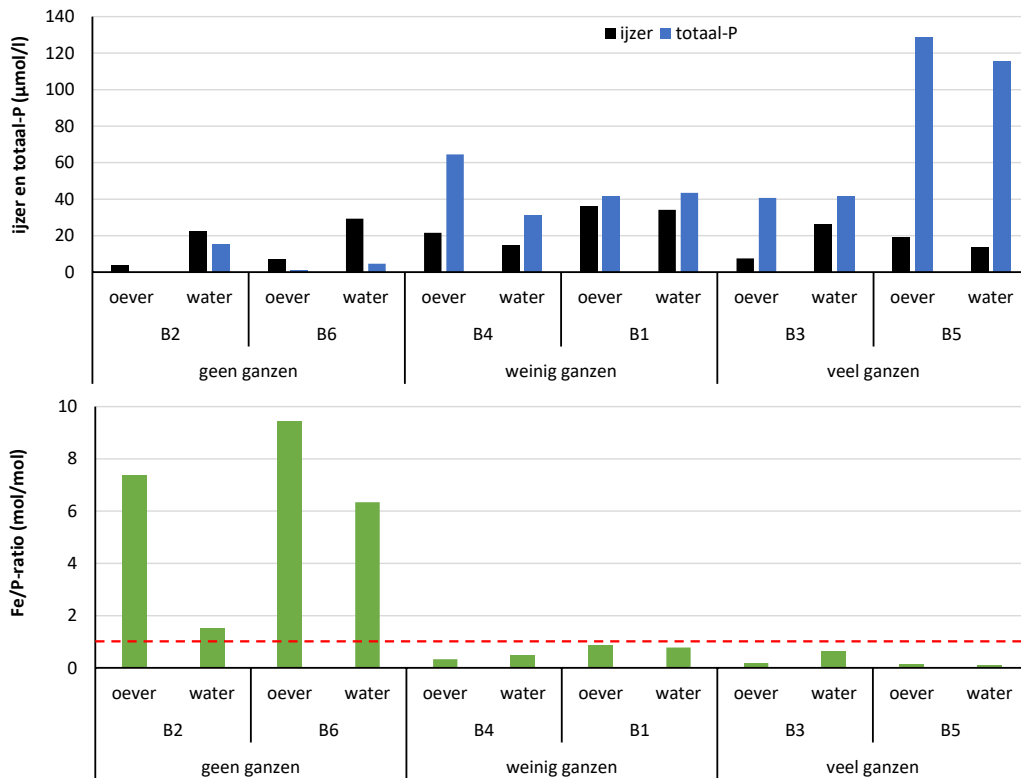
Op locatie B5 (ca. 10 ha) is de belasting het grootste (ca. 48 kg N/ha/jaar en 5 kg P/ha/jaar; Tabel 3.5) en dit blijkt ook duidelijk uit de (porie)wateranalyses. De fosfaatconcentratie in het oppervlaktewater is extreem hoog (62 $\mu\text{mol/l}$). In september 2019 werd op deze locatie een vergelijkbaar hoge fosfaatconcentratie (ca. 70 $\mu\text{mol/l}$; Tomassen & Smolders 2020) gemeten. De ammoniumconcentratie in het oppervlaktewater is wel laag, mogelijk door toegenomen opname van ammonium bij een hoge fosfaatbeschikbaarheid.

De fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater op de locaties met ganzen zijn zeer hoog (5-62 $\mu\text{mol/l}$) en dit past eerder bij een hypertroof in plaats van bij oligotroof water. De aanwezigheid van ganzen heeft daar een grote invloed op gehad, maar de droogte van de afgelopen jaren (2018 en 2019) kan daar een versterkend effect op hebben gehad. Als gevolg van werkzaamheden, mogelijk verstrekt door de droogte is het waterpeil op veel locaties sterk gedaald en is de veenbodem op een groot aantal locaties in de loop van de zomer drooggevallen (zie als voorbeeld locatie B5 in Figuur 3.7). Door droogval vindt onder invloed van zuurstof een versnelde afbraak van organisch materiaal plaats en hierbij wordt o.a. fosfaat en ammonium gemobiliseerd. Hierdoor zouden de drooggevallen locaties niet meer representatief kunnen zijn voor de 'normale' situatie en dit zou in theorie het onderzoek kunnen verstoren (en zouden de locaties moeten worden verwijderd). De waarden van de drooggevallen locaties weken echter niet dermate af van de andere locaties dat dit verstoring van het onderzoek zou kunnen veroorzaken.

In ijzerrijke systemen kan ijzer in de (veen)bodem zorgen voor de vastlegging van fosfaat in de bodem, waardoor de concentraties in het oppervlaktewater laag blijven. Of in een waterbodem fosfaat wordt vastgelegd of dat er juist fosfaat vrijkomt, kan worden vastgesteld op basis van de verhouding tussen ijzer en fosfaat in het poriewater. Wanneer deze ratio groter is dan 1 (dus meer ijzer dan fosfaat) en het water niet anaeroob is, zal er fosfaat worden vastgelegd in de bodem. Op de locaties zonder ganzen (B2 en B6) is de Fe/P-ratio in het poriewater gunstig, maar op de overige locaties is deze ratio ongunstig doordat deze locaties verrijkt zijn met P (ijzerconcentraties zijn redelijk vergelijkbaar; Figuur

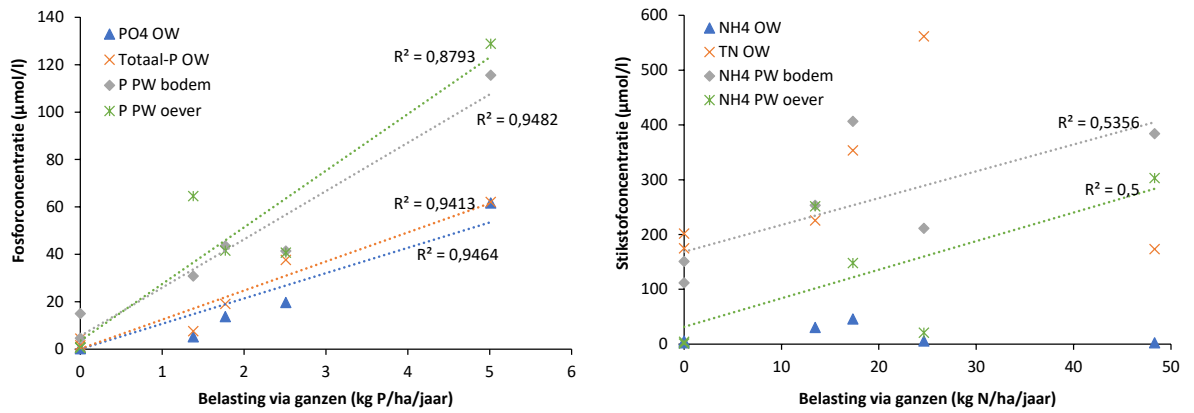


3.8). De zuurstofconcentraties in het water zijn niet gemeten, dus het is niet bekend of er op locatie B2 en B6 daadwerkelijk in de waterlaag fosfaat wordt vastgelegd door geoxideerd ijzer.



Figuur 3.8 De concentratie ijzer en fosfor (boven) en de verhouding tussen ijzer en fosfor (in mol/mol; onder) in het poriewater uit de bodem van de oever en de waterbodem op locatie B1 t/m B6 (in volgorde van oplopende belasting via ganzen) in het Bargerveen. Bij een Fe/P-ratio hoger dan 1 is het risico op mobilisatie van fosfaat uit de waterbodem gering, mits de waterlaag niet anaeroob is.

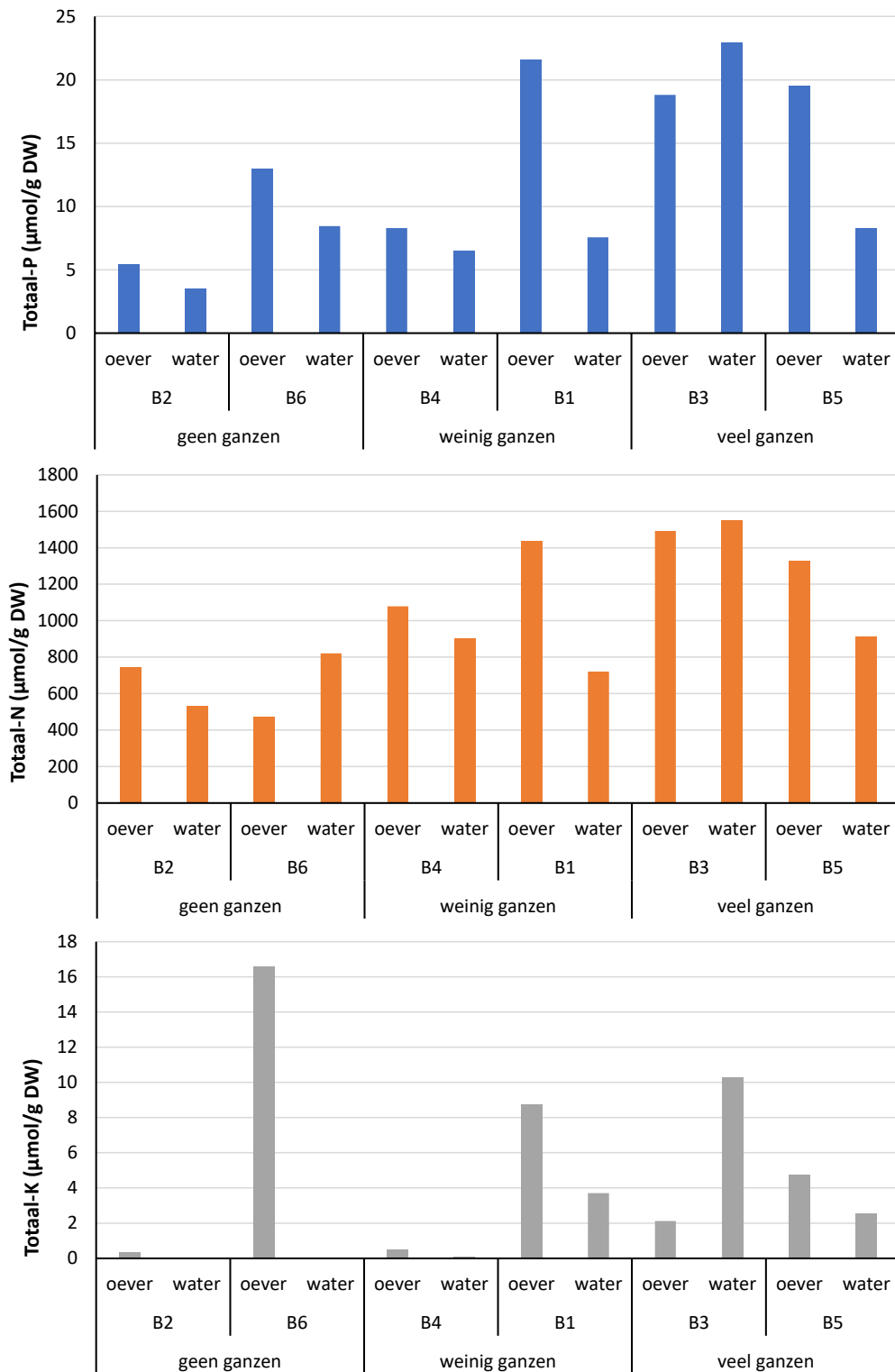
In Figuur 3.9 zijn de fosfor- en stikstofconcentraties in het oppervlakte- en poriewater uitgezet tegen de berekende fosfor- en stikstofbelasting via de ganzen. Zowel in het oppervlaktewater als het poriewater correleren de fosfaat en/of fosforconcentraties (zeer) goed met de berekende P-belasting. Dit is een sterke aanwijzing dat de fosfaatrijkdom op de locaties met ganzen (B1 en B3 t/m B5) in sterke mate het gevolg is van de aanwezigheid van ganzen. Voor stikstof is deze relatie minder sterk aanwezig (Figuur 3.9 rechts). Er is wel een verband aanwezig tussen de stikstofbelasting en de ammoniumconcentraties in het poriewater van de oever- en waterbodem. In het oppervlaktewater is geen verband aanwezig doordat de stikstofconcentraties op locatie B5 (48,2 kg N/ha/jaar) onverwacht laag is. Het verband tussen de stikstofbelasting en de stikstofconcentraties is mogelijk minder duidelijk doordat er ook al decennialang een andere grote stikstofbron is: atmosferische stikstofdepositie. Afhankelijk van de lokale omstandigheden kan stikstof ook microbieel worden omgezet. Bij droogval van de bodem kan ammonium omgezet worden in nitraat (nitrificatie) en dit nitraat kan dieper in de nog anaerobe bodem of bij hervernatting worden gereduceerd tot stikstofgas (denitrificatie) en uit het systeem verdwijnen. De nitrificatiesnelheid zal in een zuur systeem als een hoogveen (pH van het poriewater in de waterbodem: 4,0-4,6) overigens wel gering zijn.



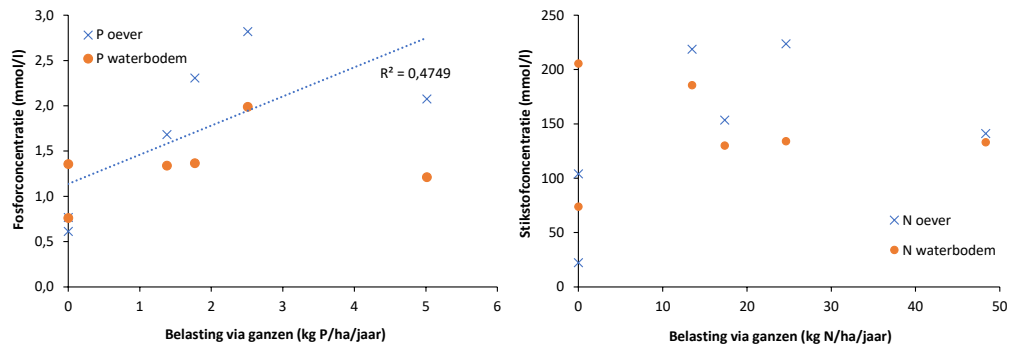
Figuur 3.9 Verband tussen de fosfor- (links) en stikstofbelasting (rechts; in kg/ha/jaar) door de aanwezigheid van ganzen en de fosfor- en stikstofconcentraties in het oppervlakte- en poriewater op locatie B1 t/m B6 in het Bargerveen.

Oever- en waterbodem

De totale nutriëntenconcentraties in de oever- en waterbodem (vaste fractie) geven een ander beeld dan die van het oppervlakte- en poriewater (Figuur 3.10). Op locatie B5, waar zeer hoge fosfaatconcentraties zijn aangetroffen in het (porie)water, is de bodem juist minder sterk verrijkt met fosfor. Dit zou kunnen betekenen dat de invloed van guanotrofie op deze locatie van recentere oorsprong is. Op basis van de bodemanalyses is locatie B3, een locatie met veel ganzen, het sterkst verrijkt met fosfor (Figuur 3.10). Verder zijn vooral de oevers op de andere locaties met ganzen (B1, B4 en B5) verrijkt met fosfor. De verrijking met stikstof laat een iets ander beeld zien, met de hoogste stikstofconcentraties in de waterbodem op locatie B2 (geen ganzen) en B4 (weinig ganzen) en de oeverzones van locatie B3 (veel ganzen) en B4 (weinig ganzen). Kalium is hoog in de bodem op locatie B1 (weinig ganzen), B3 en B5 (locaties met veel ganzen), maar ook in de bodem van de oever op locatie B6 (referentielocatie in het Meerstalblok). De reden hiervoor is niet geheel duidelijk. Op locatie B1 en B3 zijn de hoge kaliumconcentraties waarschijnlijk het gevolg van guanotrofiëring (fosfor en stikstof ook hoog), maar op locatie B6 is alleen kalium hoog. Locatie 6 ligt in het Meerstalblok en betreft relatief intact, niet veraard veenmosveen waar nog weinig kalium uit gemineraliseerd is. In levend Wrattig veenmos en Hoogveenveenmos uit het nabijgelegen Oosterbos ligt de kaliumconcentratie in het weefsel tussen 35 en 45 µmol/g drooggewicht (0,14-0,18%; Tomassen *et al.*, 2020), dit is nog beduidend hoger dan in het intacte veenmosveen op locatie B6. De reden voor de hoge kaliumconcentratie in het veen van de oever op locatie B6 is dus het feit dat de oeverzone hier, in tegenstelling tot de andere locaties, bestaat uit recent afgestorven veenmosveen. In diverse onderzoeken is ook aangetoond dat kalium sneller vrijkomt bij de afbraak dan stikstof en fosfor (zie bijvoorbeeld Bragazza *et al.*, 2007).



Figuur 3.10 Concentratie totaal fosfor, stikstof en kalium (uitgedrukt per liter bodem) in de vaste fractie van de veenbodem van de oever of de waterbodem op locatie B1 t/m B6 (in volgorde van oplopende belasting via ganzen) in het Bargerveen. Er werden twee locaties zonder ganzen (locatie B2 en B6), twee locaties met weinig ganzen (locatie B1 en B4) en twee locaties met veel ganzen (locatie B3 en B5) bemonsterd. Voor ligging van de locaties zie Figuur 2.2.



Figuur 3.11 Verband tussen de fosfor- (links) en stikstofbelasting (rechts; in kg/ha/jaar) door ganzen en de fosfor- en stikstofconcentraties in de bodem van de oever en waterbodem op locatie B1 t/m B6 in het Bargerveen.

In Figuur 3.11 zijn de fosfor- en stikstofconcentraties in de bodem van de oever en waterbodem uitgezet tegen de berekende fosfor- en stikstofbelasting via de ganzen. De P-concentratie in het veen van de oeverzone toont een verband met de berekende P-belasting. Het verband is redelijk zwak doordat de P-concentratie in de veenbodem (en ook de waterbodem) van de oever op locatie B5 relatief laag is. Het is niet duidelijk waarom op locatie B5 de P-concentraties in de bodem, in tegenstelling tot de P-concentraties in het water, lager zijn dan verwacht op basis van de P-belasting via ganzen. Zonder locatie B5 is wel een sterke correlatie ($R^2 = 0,985$) tussen de P-concentratie van de oeverbodem en de P-belasting via ganzen. Dit geeft aan dat de aanwezigheid van ganzen invloed heeft op de P-concentraties in de oeverbodem. Voor stikstof is geen relatie gevonden tussen de N-concentratie in de bodem en de stikstofbelasting via ganzen (Figuur 3.11 rechts), maar de stikstofconcentraties in het veen van de oevers is wel op alle locaties met ganzen hoger dan op de twee locaties zonder ganzen (Figuur 3.11). Zoals al eerder aangegeven is het verband tussen de stikstofbelasting en de stikstofconcentraties (in bodem en poriewater) waarschijnlijk minder sterk door de al decennialang veel te hoge atmosferische stikstofdepositie.

3.3.2 Fochteloërveen

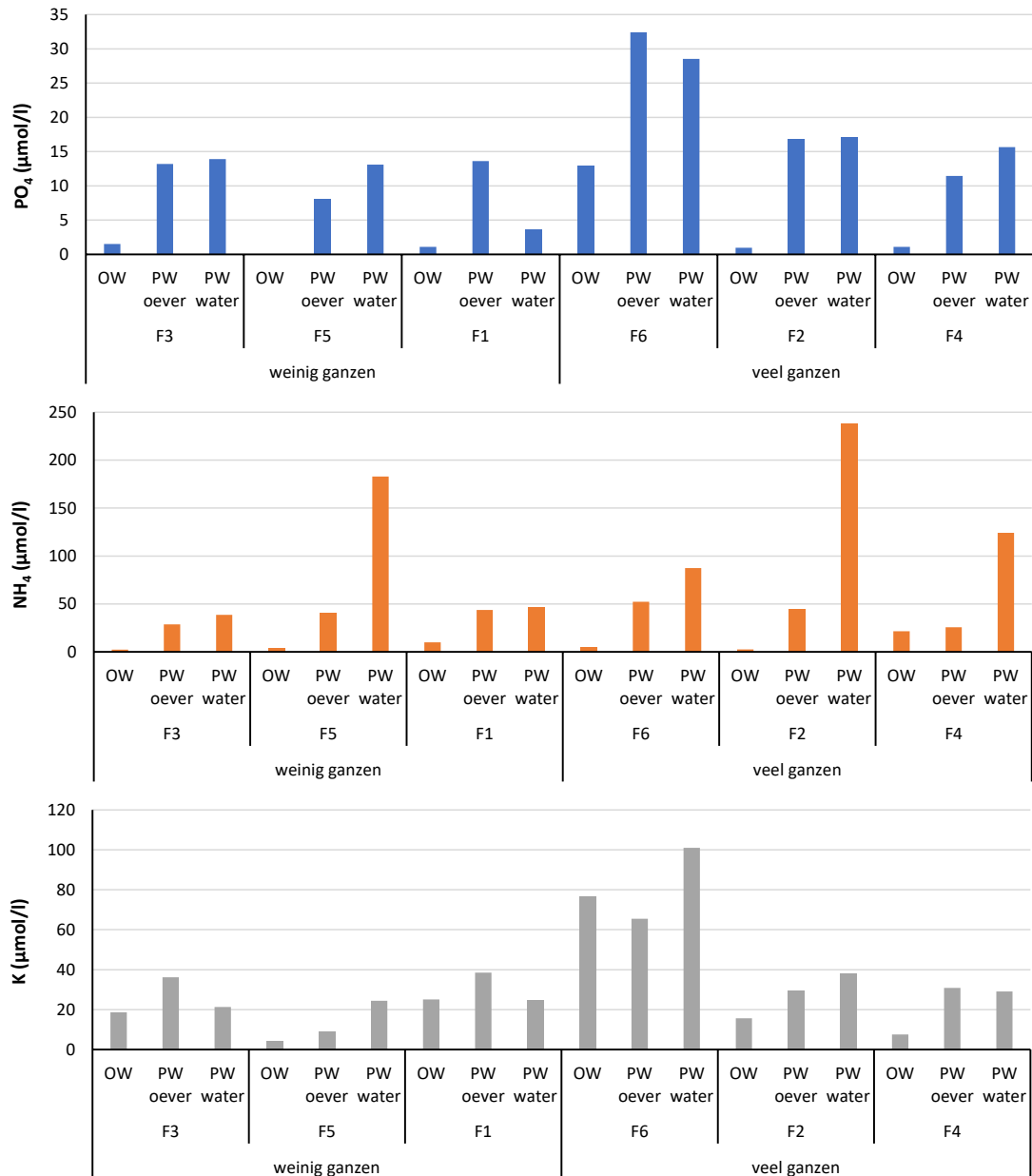
Oppervlakte- en poriewater

In het Fochteloërveen zijn drie locaties met weinig ganzen bemonsterd (locatie F1, F3 en F5) en drie locaties met veel ganzen (locatie F2, F4 en F6) (zie Figuur 2.1). De oppervlakte van de bemonsterde wateren is in het Fochteloërveen (gemiddeld ca. 9 ha) kleiner dan in het Bargerveen (gemiddeld ca. 30 ha). Hierdoor is de fosfor- en stikstofbelasting door ganzen per hectare in het Fochteloërveen over het algemeen wat hoger dan in het Bargerveen, ondanks dat de aantallen ganzen in het Bargerveen hoger zijn. In Tabel 3.5 is de fecesproductie per hectare weergegeven voor het huidige onderzoek en het onderzoek van Fikenscher (2014).

In vergelijking met het Bargerveen zijn de fosfaat- en ammoniumconcentraties in het oppervlaktewater en poriewater in het Fochteloërveen over het algemeen lager (vergelijk de y-assen van Figuur 3.6 en Figuur 3.12). De verschillen in ganzenaantallen lijken, uitgezonderd locatie F6, niet gerelateerd aan de fosfaatconcentraties in het oppervlakte- of poriewater. Op locatie F1 t/m F5 zijn de fosfaatconcentraties in het poriewater over het



algemeen matig hoog (10-20 $\mu\text{mol/l}$). Alleen in het poriewater in de waterbodem van locatie F1 en de oever van locatie F5 (beide locaties met lage aantallen ganzen) is de concentratie lager dan 10 $\mu\text{mol fosfaat/l}$ (Figuur 3.12). Hoge ammoniumconcentraties (> 100 $\mu\text{mol/l}$) zijn gevonden in het poriewater van de waterbodem op locatie F5 (weinig ganzen) en F2 en F4 (veel ganzen). Dit is erg hoog vergeleken met het gehalte in poriewater van goed ontwikkelde hoogveensystemen (Tabel 3.6).

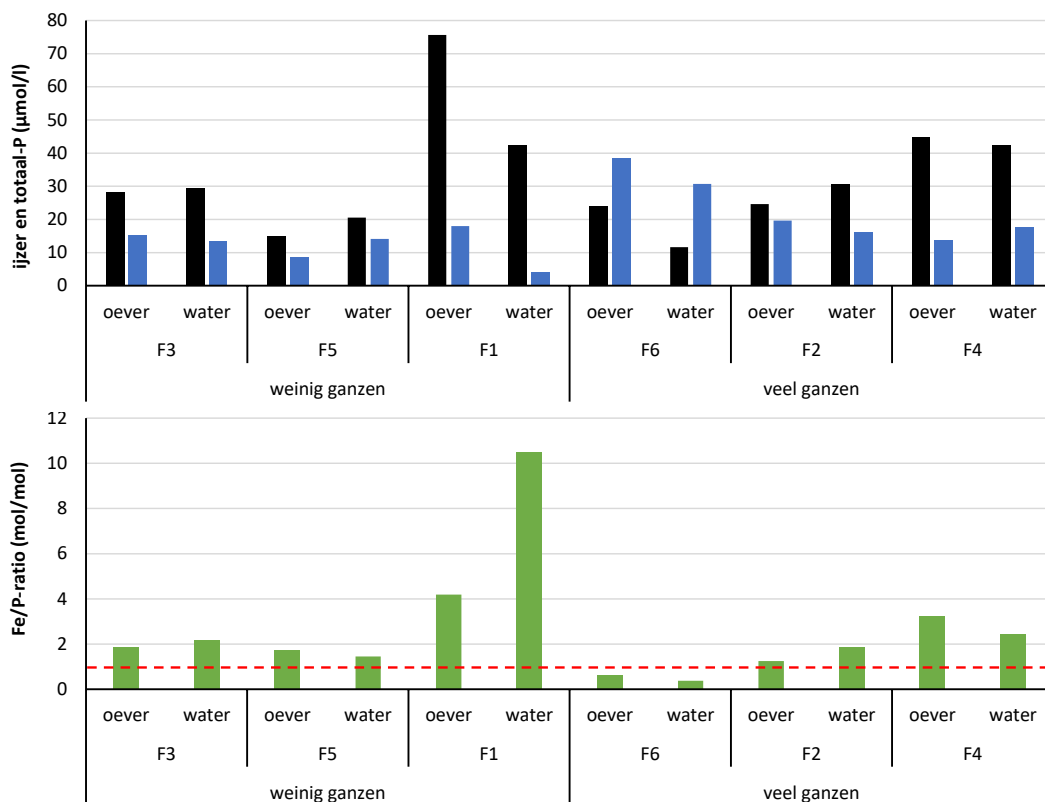


Figuur 3.12 Concentratie ortho-fosfaat, ammonium en kalium in het oppervlaktewater (OW) of poriewater (PW) in de oeverzone of waterbodem op locatie F1 t/m F6 (in volgorde van oplopende belasting via ganzen) in het Fochteloërveen. Er werden locaties met weinig ganzen (locatie F1, F3 en F5) en locaties met veel ganzen (locatie F2, F4 en F6). Voor ligging van de locaties zie Figuur 2.1.



Hogere kaliumconcentraties zijn gemeten op locatie F6. Dit is het Esmeer, een grote pingoruïne. Het Esmeer was vroeger voedselarm, maar is inmiddels geëutrofeerd door de aanwezigheid van grote aantallen vogels waaronder toendrarietganzen, kolganzen, grauwe ganzen, wintertalingen, slobenden, kleine zwanen en wilde zwanen (Prolander, 2016). Het oppervlaktewater van het Esmeer is zeer zwak gebufferd (pH 4,7 en alkaliniteit ca. 40 $\mu\text{eq/l}$) en inderdaad sterk verrijkt met fosfaat (13 μmol ortho-fosfaat/l). In voedselarme wateren is de concentratie fosfaat namelijk lager dan 0,5 $\mu\text{mol/l}$ (zie ook Brouwer & van den Broek, 2010). Van het Esmeer zijn ook waterkwaliteitsmetingen uit 2000 en 2010 beschikbaar (Fikenscher, 2014). In deze periode zijn de fosfaatconcentraties toegenomen van ca. 2,5 naar 10 $\mu\text{mol/l}$ en de totaal-P concentraties van ca. 6,5 naar 16 $\mu\text{mol/l}$. Op basis van de eenmalige meting in 2020 lijken de P-concentraties tussen 2010 en 2020 niet veel verder te zijn toegenomen.

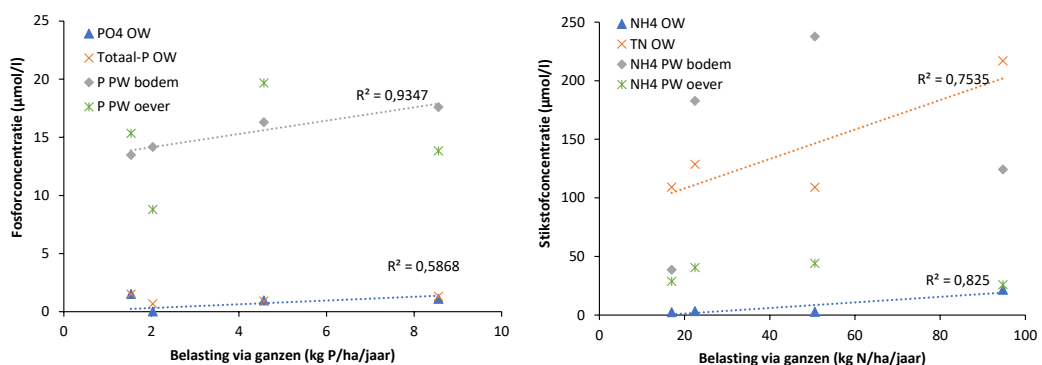
In vergelijking met het Bargerveen zijn in het Fochteloërveen de ijzerconcentraties in het poriewater iets hoger en de fosfaatconcentraties iets lager. Hierdoor is de Fe/P-ratio van het poriewater op locatie F1 t/m F5 in het Fochteloërveen gunstig (> 1 ; Figuur 3.13). Uitzondering hierop is het Esmeer (locatie F6), waar door een combinatie van een lagere ijzer- en hogere fosforconcentratie de Fe/P-ratio ongunstig (< 1) is.



Figuur 3.13 De concentratie ijzer en totaal-P (boven) en de verhouding tussen ijzer en fosfor (in mol/mol; onder) in het poriewater uit de bodem van de oever en de waterbodem op locatie F1 t/m F6 (in volgorde van oplopende belasting via ganzen) in het Fochteloërveen. Bij een Fe/P-ratio hoger dan 1 is het risico op mobilisatie van fosfaat uit de waterbodem gering, mits de waterlaag niet anaeroob is.



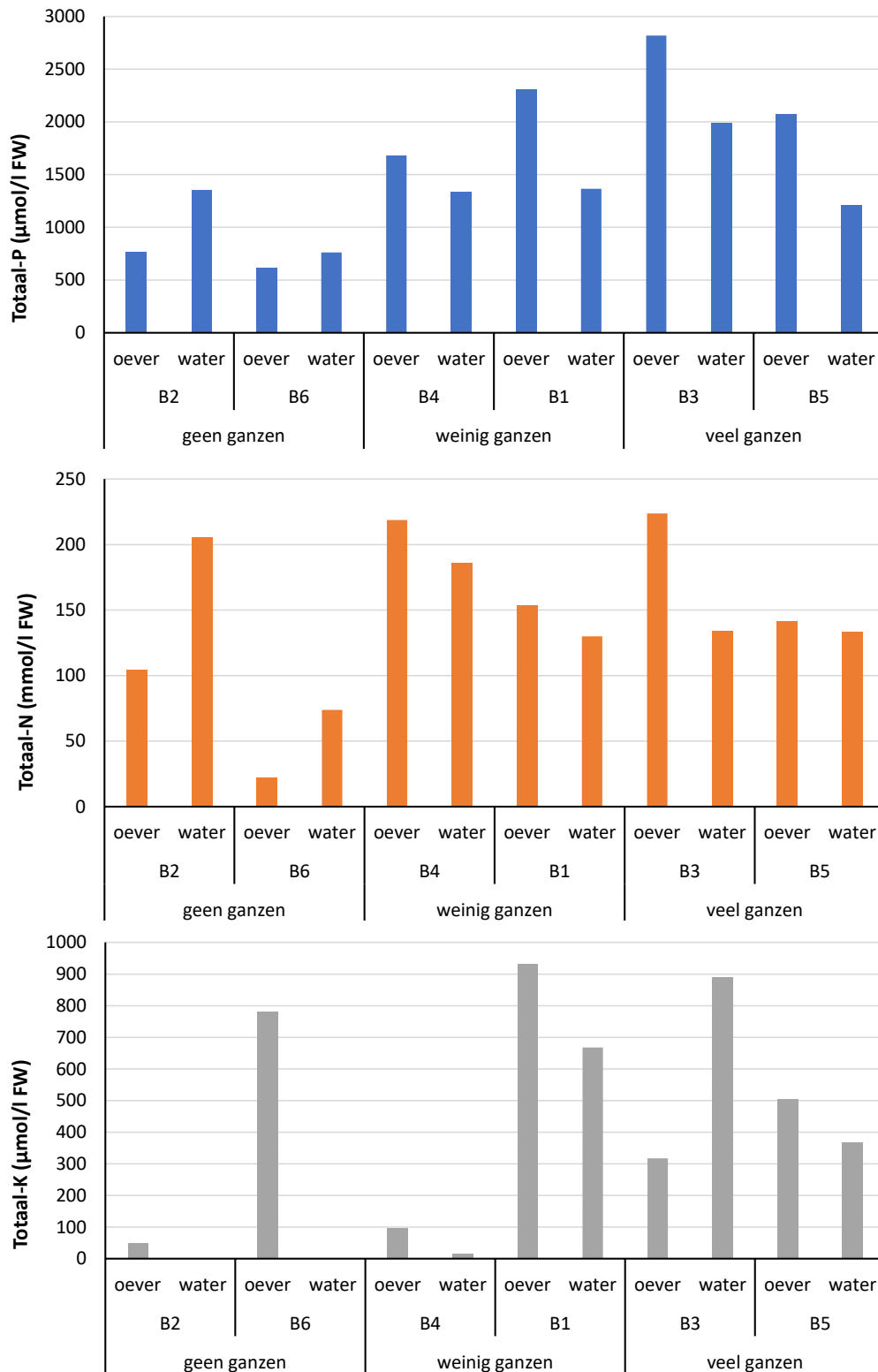
In tegenstelling tot het Bargerveen, is in het Fochteloërveen geen duidelijk verband gevonden tussen de fosforconcentraties in het oppervlakte- en poriewater en de berekende fosforbelasting via ganzen. Locatie F1 en F6 hebben een zandige waterbodem (Figuur), wat het verband lijkt te verstoren (niet weergegeven). Zandafzettingen kunnen qua samenstelling sterk van elkaar verschillen als gevolg van een verschillende ontstaansgeschiedenis. Deze verschillen, in bijvoorbeeld ijzer en calcium, kunnen de beschikbaarheid van nutriënten beïnvloeden waardoor de relatie minder duidelijk wordt. In dit geval is F1 relatief rijk aan ijzer en F6 juist relatief arm. Daarom zijn in Figuur 3.14 alleen voor de locaties met een veenbodem de fosfor- en stikstofconcentraties in het oppervlakte- en poriewater uitgezet tegen de belasting. De P-concentratie in het poriewater in de waterbodem, en in mindere mate de totaal-P concentratie in het oppervlaktewater, blijkt dan wel te correleren met de P-belasting. Dit is een duidelijke aanwijzing dat ganzen invloed hebben op de fosfaatconcentraties op de locaties met een veenbodem (F2 t/m F5). Voor de locaties met een zandbodem (F1 en F6) kan dit vanwege het geringe aantal locaties niet aangetoond worden. Voor stikstof is er een verband gevonden tussen de concentratie ammonium en totaal stikstof in het oppervlaktewater (Figuur 3.14, rechts). In het Bargerveen werd juist een correlatie gevonden tussen de stikstofbelasting en de ammoniumconcentraties in het poriewater van de oever- en waterbodem. Zoals eerder aangegeven is het lastiger om voor stikstof correlaties te vinden omdat de belasting via ganzen niet de enige stikstofbron is.



Figuur 3.14 Verband tussen de fosfor- (links) en stikstofbelasting (rechts; in kg/ha/jaar) door de aanwezigheid van ganzen en de fosfor- en stikstofconcentraties in het oppervlakte- en poriewater op de locaties in het Fochteloërveen met een veenbodem (F2 t/m F5).

Oever- en waterbodem

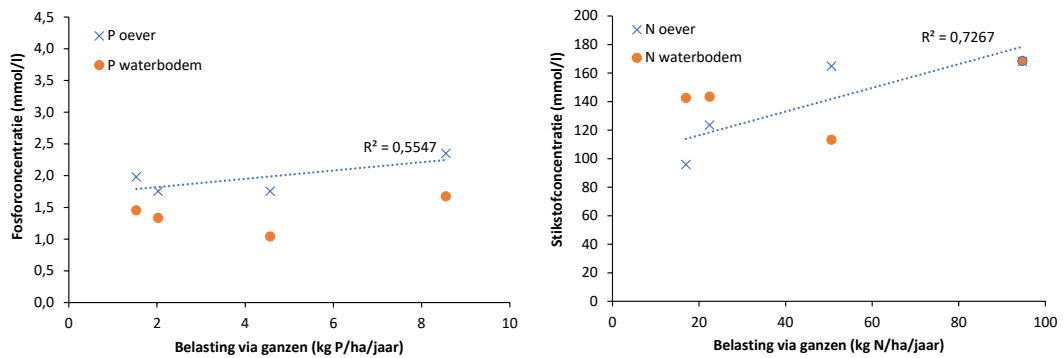
Uit de analyse van de veenbodems blijkt dat in het Fochteloërveen de bodem van de oever op alle locaties rijker is aan P dan de waterbodem (Figuur 3.15). Uitgezonderd locatie F6, lijkt er geen relatie tussen de nutriëntenbelasting door ganzen en de P-concentraties in de bodem. Op de locaties met weinig ganzen zijn de stikstofconcentraties in de waterbodem hoger dan in de oeverzone en op de locaties met veel ganzen is juist de oeverzone rijker aan stikstof. Dit patroon is niet zichtbaar voor fosfor en kalium en ook niet in de samenstelling van het poriewater. De reden hiervoor is niet duidelijk en kan op toeval berusten. De kaliumconcentraties zijn het hoogste in de oeverzone van locatie F1 en F6 (Figuur 3.15), dit zijn de locaties met een zandige waterbodem (de oever is wel venig).



Figuur 3.15 Concentratie totaal fosfor, stikstof en kalium (uitgedrukt per liter bodem) in de vaste fractie van de veenbodem van de oever of de waterbodem op locatie F1 t/m F6 (in volgorde van oplopende belasting via ganzen) in het Fochteloërveen. Er werden locaties met weinig ganzen (locatie F1, F3 en F5) en locaties met veel ganzen (locatie F2, F4 en F6) bemonsterd. Voor ligging van de locaties zie Figuur 2.1.



In Figuur 3.16 zijn de fosfor- en stikstofconcentraties in de bodem van de oever en waterbodem op de locaties met een veenbodem (locatie F2 t/m F5) uitgezet tegen de berekende fosfor- en stikstofbelasting via de ganzen. De P-concentratie in het veen van de oeverzone toont een zwak verband met de berekende P-belasting. Voor de waterbodem is geen verband aangetoond tussen de P-concentratie en de P-belasting door ganzen. Voor stikstof is een duidelijk verband gevonden tussen de N-concentratie in de bodem van de oever en de stikstofbelasting via ganzen (Figuur 3.16 rechts). Voor de waterbodem is dit verband niet gevonden. In het Fochteloërveen is er effect van de ganzen op de fosfor- en stikstofconcentraties in de bodem van de oever, maar niet van de waterbodem.

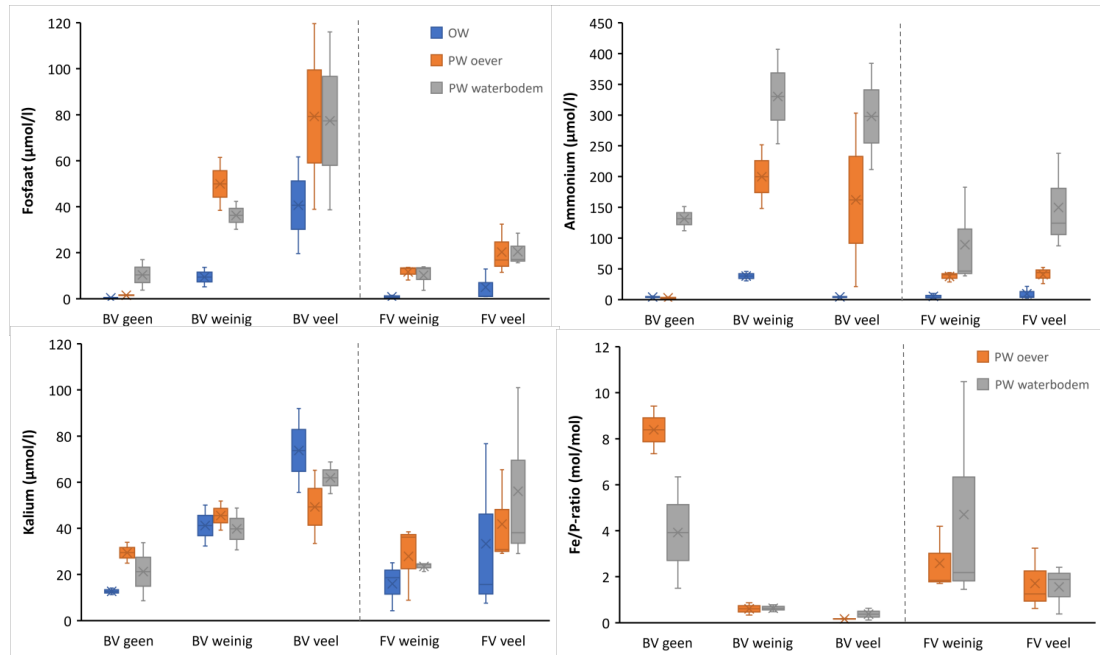


Figuur 3.16 Verband tussen de fosfor- (links) en stikstofbelasting (rechts; in kg/ha/jaar) door de aanwezigheid van ganzen en de fosfor- en stikstofconcentraties in de bodem van de oever en waterbodem op de locaties met een veenbodem (F2 t/m F5) in het Fochteloërveen.



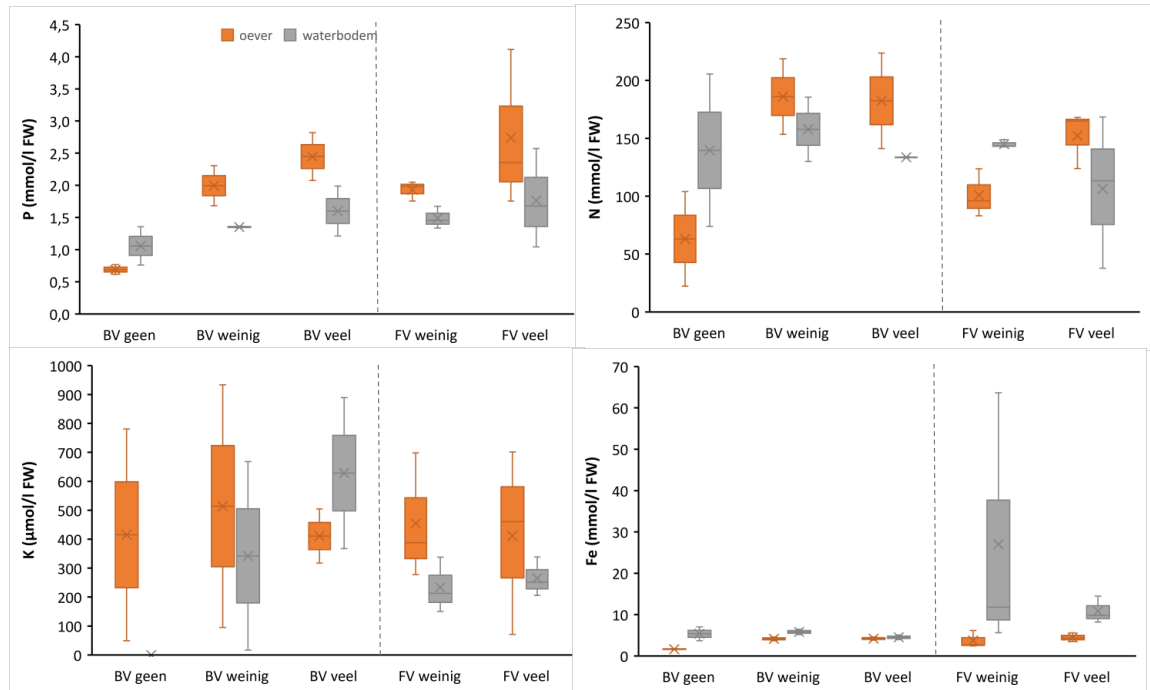
3.3.3 Vergelijking Bargerveen en Fochteloërveen

Uit de analyses van het oppervlaktewater, poriewater, bodem van de oever en de waterbodembodem blijkt dat door het beperkte aantal locaties en de grote verschillen tussen de locaties, de invloed van overwinterende ganzen niet altijd duidelijk aan te tonen is. In deze paragraaf vergelijken we beide gebieden.



Figuur 3.17 Boxplots van de concentratie ortho-fosfaat, ammonium en kalium in het oppervlaktewater (OW) of poriewater (PW) en de ijzer/fosfor-ratio in het poriewater op locaties met geen, weinig of veel ganzen en zowel in het Bargerveen als Fochteloërveen. De box geeft het bereik tussen het eerste en derde kwartiel weer. De verticale lijnen geven het bereik tussen de laagste en hoogste concentratie aan. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer en het sterretje het gemiddelde.

Uit Figuur 3.17 blijkt dat in het water de nutriëntconcentraties over het algemeen hoger zijn in het Bargerveen dan in het Fochteloërveen. Verder is ook zichtbaar dat op locaties met veel ganzen de nutriëntconcentraties (N, P en K) hoger zijn, maar de spreiding is groot. De verhouding tussen ijzer en P in het poriewater is vooral in het Bargerveen ongunstig (< 1) op de locaties met ganzen als gevolg van de toename van P bij een gelijkblijvende ijzerconcentratie. In de vaste fractie van de bodem zijn juist vaak de fosforconcentraties in het Fochteloërveen hoger dan in het Bargerveen (Figuur 3.18). Dit betekent dat het fosfor in de veenbodems uit het Fochteloërveen voor een groter deel in een niet beschikbare vorm aanwezig is, zoals ingebouwd in organisch materiaal of (sterk) gebonden aan ijzer. In het Bargerveen is de ijzerconcentratie in de bodem gemiddeld 4,2 mmol/l bodem en in het Fochteloërveen (11,5 mmol/l; zie Bijlage II). Vooral op de oevers neemt de concentratie fosfor en stikstof toe op de locaties met veel ganzen (Figuur 3.18).



Figuur 3.18 *Boxplots van de concentratie fosfor, stikstof, kalium en ijzer in de bodem van de oeverzone en de waterbodern op locaties met geen, weinig of veel ganzen en zowel in het Bargerveen als Fochteloërveen. De box geeft het bereik tussen het eerste en derde kwartiel weer. De verticale lijnen geven het bereik tussen de laagste en hoogste concentratie aan. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer en het sterretje het gemiddelde.*

Op basis van de metingen lijkt de aanwezigheid van grote aantallen ganzen dus invloed te hebben op de nutriëntenconcentraties in zowel het (porie)water als de vaste veenbodern van de oever en de waterbodern. Via de uitwerpselen van ganzen komt vooral veel extra stikstof en fosfor in het systeem (zie § 0). Voor oligotrofe vennen is berekend dat de maximale belasting die het systeem aan kan aan de onderkant van de range van 2-6 ganzen per hectare ligt (Brouwer & van den Broek, 2010). De verwachting is dat dit voor oligotrofe hoogvenen niet veel anders zal zijn. Op de meetlocaties in het Bargerveen en Fochteloërveen zijn de aantallen per hectare veel hoger (> 20 ganzen/ha; §3.2).

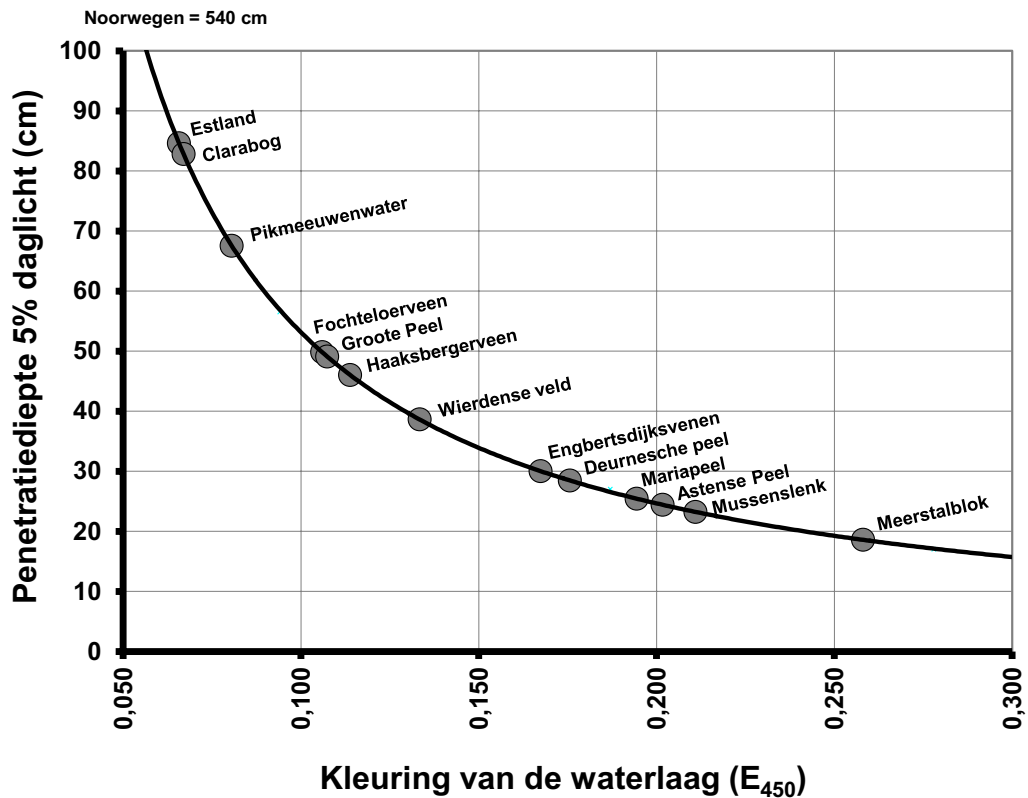
In Nederland wordt de veenmosontwikkeling vanwege de hoge atmosferische stikstofdepositie niet meer gelimiteerd door stikstof, maar door fosfaat (mits er geen fosfaatbelasting door ganzen of een andere bron is). Extra input van fosfaat via guanotrofie kan de veenmosproductie dus stimuleren, maar het weefsel van het veenmos is onder voedselrijkere omstandigheden ook rijker aan nutriënten en zal daardoor weer sneller worden afgebroken. De verwachting is dat in veen dat zich onder voedselrijkere omstandigheden heeft gevormd, de nutriëntenbeschikbaarheid voor een lange tijd hoger zal zijn waardoor snelgroeiende vaatplanten zoals pitrus, pijpenstrootje en berken uiteindelijk de verdere successie richting actief hoogveen zullen frustreren. Door de invloed van ganzen zal de relatieve beschikbaarheid van fosfaat sterker toenemen dan van stikstof en is de verwachting dat vooral de dominantie van pitrus (ten koste van pijpenstrootje) zal toenemen (zie ook § 3.5).



3.3.4 Beschikbaarheid licht en CO₂

Vanuit een aquatische situatie zal hoogveenontwikkeling meestal moeten plaatsvinden via de ontwikkeling van een drijvende waterveenmosvegetatie. Drijvend waterveenmos is voor het drijfvermogen afhankelijk van zuurstofbelletjes die bij de fotosynthese worden gevormd. Voor de groei van waterveenmos is het niet alleen belangrijk dat de stikstof- en fosfaatconcentraties niet te hoog zijn, maar vooral dat er voldoende licht en koolstof in de vorm van kooldioxide (CO₂) aanwezig is. In evenwicht met de lucht bevat water ongeveer 15 µmol CO₂/l per liter, terwijl voor een goede veenmosgroei zeker 30 keer zoveel (ca. 400-500 µmol/l) nodig is (Tomassen *et al.*, 2003). Toch vindt veenmosgroei onder natte condities plaats doordat de veenmossen koolstof kunnen gebruiken dat vrijkomt bij de afbraak van het onderliggende veen of dat aangevoerd wordt via oppervlakkig toestromend water, het 'benthische' koolstof.

Naast kooldioxide is licht dus een belangrijke factor voor de ontwikkeling van submerse veenmossen. Een belangrijk risico van hoge nutriëntenconcentraties in het water is het ontstaan van (blauw)algenbloeien, met lichtgebrek voor de veenmossen als gevolg. De lichtintensiteit onder water wordt, naast algen, bepaald door de diepte van de waterlaag en de bruinkleuring van het water. Voor submers waterveenmos is een waterlaag dieper dan een halve meter in de meeste gevallen te diep, doordat het oppervlaktewaterwater in veel hoogveenrestanten sterk bruin gekleurd wordt door humuszuren. Deze humuszuurkleuring verhindert dat dieper in het water nog voldoende licht doordringt voor de groei van veenmossen. Een goede en gemakkelijk te bepalen maat voor de kleuring door humuszuren is de extinctie voor licht met een golflengte van 450 nm (E₄₅₀). Naarmate het water bruiner is neemt de diepte waarop veenmossen nog onder water kunnen groeien af. De kleuring van het water hangt af van de mate waarin het veen, onder invloed van onder andere veenoxidatie, afgebroken is. In relatief ongestoorde hoogvenen is het water in de veenpoelen vaak maar beperkt gekleurd, waardoor het licht tot op grotere diepte (meters) kan doordringen. In de meeste Nederlandse hoogveenrestanten is de kleuring van het oppervlaktewater veel sterker, vanwege de veel snellere veenafbraak bij hogere nutriëntenconcentraties, waardoor het licht hier maar tot op geringe diepte kan doordringen (Figuur 3.19). Licht en/of kooldioxide zijn, naast golfwerking, in Nederlandse hoogveenrestanten vaak de beperkende factoren op locaties waar de veenmosontwikkeling vanuit een aquatische situatie niet op gang komt (Figuur 3.20). Wanneer zich eenmaal een drijvende waterveenmosvegetatie heeft gevormd, dan is de waterdiepte niet meer van belang mits de veenmosmatten ook in de winterperiode blijven drijven. Ditzelfde geldt voor de CO₂-concentraties in de waterlaag, aangezien de veenmossen steeds verder boven het water zullen uitgroeien en ook CO₂ uit de atmosfeer kunnen opnemen.



Figuur 3.19 Verband tussen de kleuring van de het water en de diepte tot waar nog 5% van het licht doordringt. Het water in Nederlandse hoogveengebieden is sterker gekleurd door humuszuren dan bijvoorbeeld in Noorwegen, Estland of Ierland. Bron: aangepast naar Tomassen et al. (2003).



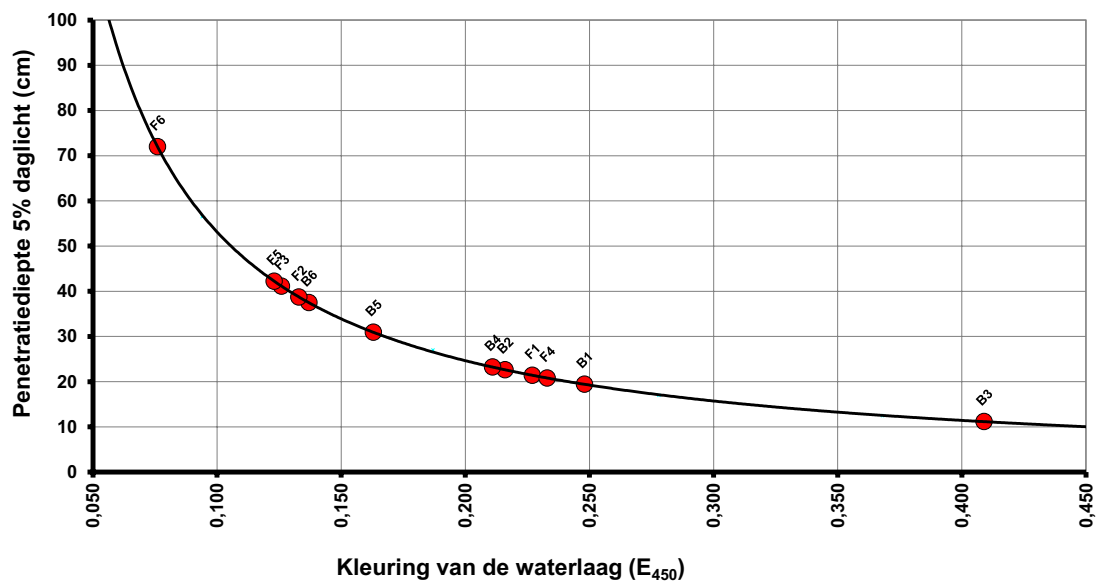
Figuur 3.20 Biomassaproductie van Waterveenmos (*Sphagnum cuspidatum*) bij diepe inundatie met $100 \mu\text{mol CO}_2/\text{l}$ (links) en bij ondiepe inundatie met $2500 \mu\text{mol CO}_2/\text{l}$ (rechts) in het water. Waterveenmos komt alleen tot ontwikkeling bij voldoende licht (ondiepe inundatie) en hoge concentraties opgelost kooldioxide. Bron: Tomassen et al. (2003).

Van de verzamelde oppervlaktewatermonsters in het Bargerveen en Fochteloërveen is zowel de kleur van het water bepaald als de concentratie opgelost CO_2 . Op basis van het verband tussen de kleuring van het water en de indringingsdiepte van het licht (Figuur 3.19) is berekend dat de maximale waterdiepte voor de submerse groei van veenmossen op de locaties varieert van 11 cm (locatie B3 in het Bargerveen) tot 72 cm (locatie F6 in het Fochteloërveen; Esmeer; Figuur 3.21 en Tabel 3.7). In het Bargerveen lijkt de kleuring van

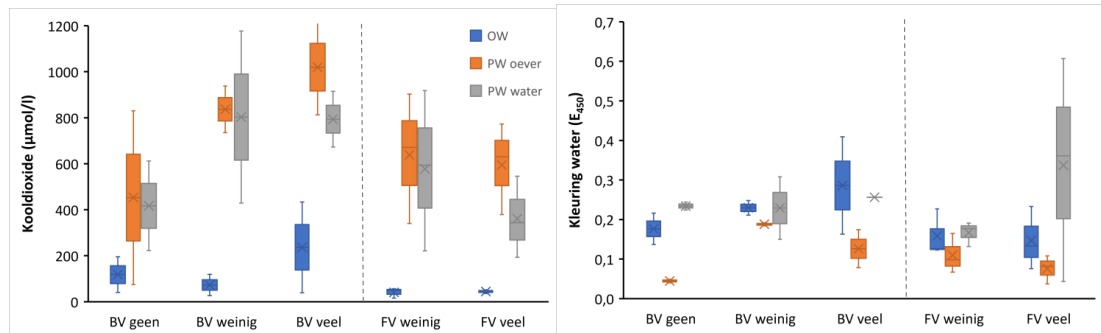


het water door humuszuren hoger te zijn op de locaties met veel ganzen (Figuur 3.21). Vooral op locatie B3 is het oppervlaktewater dus sterk gekleurd door humuszuren (Tabel 3.7).

Locatie B3 in het Bargerveen was op het moment van monsternamen vrijwel geheel drooggevallen, omdat de plas was drooggelegd voor de uitvoering van werkzaamheden. Door deze drooglegging vindt een versnelde afbraak van de venige waterbodem plaats en de humuszuren die daarbij worden gevormd, worden ook niet verdund in een groot volume oppervlaktewater. In september 2019 en maart 2020 is deze locatie ook bemonsterd (OW10 in Tomassen & Smolders, 2020) en de kleuring van het water was toen minder sterk. De berekende waterdiepte lag tussen 23 cm (september 2019, ook vrijwel geheel drooggevallen) en 41 cm (maart 2020), en valt daarmee meer binnen de range van de andere locaties. Uit de metingen blijkt wel duidelijk dat zowel in het Bargerveen als Fochteloërveen de maximale waterdiepte ligt tussen 20 en 40 cm. Wanneer het water dieper is zal het waterveenmos dat in het najaar, wanneer de fotosynthetische activiteit afneemt, deels op de bodem komen te liggen en daar afsterven als gevolg van lichtgebrek. Bij het merendeel van de locaties is het water langs de oever minder diep, maar in het midden (waar niet is gemeten) dieper.



Figuur 3.21 Relatie tussen de kleuring van het water (extinctie bij 450 nm; maat voor de concentratie humuszuren) en de diepte (in cm) tot waar 5% van het daglicht kan doordringen. Wanneer de waterdiepte groter is bereikt er te weinig licht de bodem van de veenplas om groei van Waterveenmos mogelijk te maken. Op basis van de kleuring is voor iedere locatie (Bargerveen: B1 t/m B6 en Fochteloërveen: F1 t/m F6) aangegeven op welke diepte lichtlimitatie voor Waterveenmos ontstaat.



Figuur 3.22 De concentratie kooldioxide en de kleuring van het oppervlaktewater, en poriewater uit de bodem van de oeverzone en de waterbodem op locaties met geen, weinig of veel ganzen voor zowel het Bargerveen als Fochteloërveen. De box geeft het bereik tussen het eerste en derde kwartiel weer. De verticale lijnen geven het bereik tussen de laagste en hoogste concentratie aan. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer en het sterretje het gemiddelde.



Figuur 3.23 Impressie van locatie F1 (links) en locatie F4 (rechts) in het Fochteloërveen. Op locatie F1 is geen ontwikkeling van waterveenmos in het open water en op locatie F4 is de bedekking van waterveenmos in de ondiepe delen hoog. Foto's: Hilde Tomassen.

Naast de lichtbeschikbaarheid is het dus ook belangrijk dat er voldoende opgelost CO_2 in het water aanwezig is. Uitgezonderd locatie B3, is op alle locaties de CO_2 -concentratie lager dan $200 \mu\text{mol/l}$ en daarmee te laag voor een goede ontwikkeling van waterveenmos (Tabel 3.7 en Figuur 3.22). Op een groot aantal locaties is echter wel flinke ontwikkeling van waterveenmos zichtbaar in de ondiepste delen van de plas (Figuur 3.23), waarbij de bedekking lijkt toe te nemen bij een toename van de belasting met P via ganzen (zie § 3.5). De meest logische verklaring voor een toename van waterveenmos bij een toename van de P-belasting is dat fosforlimitatie wordt opgeheven. Door de hoge atmosferische stikstofdepositie wordt de (veenmos)vegetatie in Nederlandse hoogvenen namelijk niet meer gelimiteerd door stikstof, maar door fosfor (Limpens *et al.*, 2004). Of de veenmossen op de toename van de P-beschikbaarheid kunnen reageren hangt ervan af of koolstof niet limiterend is. In het Bargerveen is de CO_2 -concentratie in het oppervlaktewater wel hoger op de locaties met veel ganzen (Figuur 3.22). Bij de afbraak van ganzenuitwerpselen komt CO_2 vrij en organisch materiaal dat gevormd wordt onder voedselrijke omstandigheden wordt over het algemeen sneller afgebroken. Guanotrofie heeft dus ook effect op de CO_2 -beschikbaarheid, maar de CO_2 -concentraties zijn voor veenmossen nog wel (te) laag.



Wanneer de veenmossen boven de waterspiegel groeien, kunnen ze CO₂ uit de atmosfeer opnemen en zal koolstof niet snel de groei limiteren.

Tabel 3.7 Kleuring van het water door humuszuren (E_{450}), berekende waterdiepte waarop nog 5% van het licht door kan dringen, de maximale waterdiepte in mei 2020 en de CO₂-concentratie in het oppervlaktewater en het poriewater van de waterbodem op locatie B1 t/m B6 in het Bargerveen en F1 t/m F6 in het Fochteloërveen. In groen is weergegeven of de waterdiepte of CO₂-concentratie voldoet aan de eisen voor de ontwikkeling van waterveenmos. * Locatie B3 was op het moment van bemonstering leeggepompt waardoor de metingen niet representatief zijn voor deze locatie.

Locatie	Ganzen	E ₄₅₀	Berekende waterdiepte	Maximale waterdiepte mei 2020	CO ₂ oppervlaktewater	CO ₂ waterbodem
			cm	cm	μmol/l	μmol/l
B1	weinig	0,248	19	40	27	1177
B2	geen	0,216	23	30	41	222
B3*	veel	0,409	11	2	434	915
B4	weinig	0,211	23	50	119	429
B5	veel	0,163	31	50	39	672
B6	geen	0,137	37	40	195	612
F1	weinig	0,227	21	40	57	221
F2	veel	0,133	39	100	36	546
F3	weinig	0,126	41	50	50	594
F4	veel	0,233	21	25	46	344
F5	weinig	0,123	42	40	16	918
F6	veel	0,076	72	40	51	193

Een verklaring voor de lage CO₂-concentraties in het oppervlaktewater is dat het water overdag is bemonsterd, een moment waarop opname van CO₂ plaatsvindt. De daadwerkelijke beschikbaarheid van CO₂ is dan hoger, aangezien alleen het niet opgenomen CO₂ gemeten is. De CO₂-concentraties in de waterbodem zijn veel hoger en door diffusie zal een deel van dit CO₂ ontsnappen naar de waterlaag. Vooral op locatie B1, B3, en F5 zijn de CO₂-concentraties in de waterbodem hoog (900-1200 μmol/l; Tabel 3.7) en zal de flux naar het water waarschijnlijk ook hoger zijn. Op locatie B2, B4, F1, F4 en F6 is ook het poriewater in de waterbodem laag (< 500 μmol/l) en de CO₂-flux naar de waterlaag waarschijnlijk ook. Op basis van deze eenmalige meting kan niet verklaard worden waarom in de ondiepe delen van locatie F4 waterveenmos een hoge bedekking heeft (Figuur 3.23).

Vooral in het Bargerveen zijn de veenplassen groot in omvang en ook windwerking kan dan de ontwikkeling van waterveenmos bemoeilijken. De beheerders geven aan dat het veenmos dat in de zomer groeit na de winter weer verdwenen is (schrift. med. R. van de Schuur, Prolander).

3.3.5 Samenvatting effect guanotrofie op water- en bodemchemie

Overwinterende ganzen blijken een duidelijk effect te hebben op de chemische samenstelling van het water en de bodem in het Bargerveen en Fochteloërveen. Voor het Bargerveen is een sterke correlatie aanwezig tussen de berekende P-belasting via ganzen en de fosfaat en/of fosforconcentraties in zowel het oppervlaktewater als het poriewater. Voor stikstof is in het Bargerveen slechts een zwak verband aanwezig tussen de stikstofbelasting en de ammoniumconcentraties in het poriewater van de oever- en waterbodem. Een verklaring voor het zwakke verband tussen de stikstofbelasting en de



stikstofconcentraties is dat er ook via atmosferische depositie al decennialang veel stikstof in het systeem komt. Volgens berekeningen in AERIUS is de actuele atmosferische stikstofdepositie (actuele atmosferische depositie) voor het Bargerveen ca. 17 kg N/ha/jaar en voor het Fochteloërveen ca. 16 kg N/ha/jaar. Voor de slaapplaatsen van de ganzen is de aanvullende stikstofbelasting berekend op 14-95 kg N/ha/jaar (Tabel 3.3 en Tabel 3.5). In tegenstelling tot het Bargerveen, is in het Fochteloërveen slechts een zwak verband gevonden tussen de fosforconcentraties in het oppervlakte- en poriewater en de berekende fosforbelasting via ganzen. Dit kan komen omdat de bodem in het Fochteloërveen heterogener is dan in het Bargerveen (deels zand). Een andere mogelijke verklaring is dat de geschatte ganzenaantallen voor het Fochteloërveen toch een grotere ruis bevatten dan de tellingen voor het Bargerveen. Voor stikstof is er wel een duidelijke correlatie aanwezig tussen de concentratie ammonium en totaal stikstof in het oppervlaktewater.

Uit een vergelijking tussen het Bargerveen en Fochteloërveen blijkt dat in het water de nutriëntenconcentraties (fosfor, stikstof en kalium) over het algemeen hoger zijn in het Bargerveen dan in het Fochteloërveen. In de vaste fractie van de bodem zijn juist vaak de fosforconcentraties in het Fochteloërveen hoger dan in het Bargerveen. Dit betekent dat het fosfor in de veenbodems uit het Fochteloërveen voor een groter deel in een niet beschikbare vorm aanwezig is, zoals ingebouwd in organisch materiaal of gebonden aan ijzer.

De CO₂-concentraties in het oppervlaktewater zijn op vrijwel alle locaties te laag (< 200 µmol/l) voor de submerse groei van waterveenmos. Het oppervlaktewater is vaak sterk gekleurd door humuszuren, zodat er ook lichtlimitatie is wanneer de waterlaag te diep (> 20-40 cm) is. De hogere nutriëntenconcentraties als gevolg van de aanwezigheid van ganzen lijken niet direct negatieve effecten te hebben op de ontwikkeling van waterveenmos (bedekking neemt zelfs toe; §3.5). De meest logische verklaring hiervoor is dat fosforlimitatie wordt opgeheven, maar ook de CO₂-beschikbaarheid neemt waarschijnlijk toe door een toename van de afbraaksnelheid van organisch materiaal. Extra input van nutriënten kan de veenmosontwikkeling dus stimuleren, maar het weefsel van het veenmos is ook rijker aan nutriënten en zal daardoor weer sneller worden afgebroken. De verwachting is dat in veen dat zich onder voedselrijkere omstandigheden heeft gevormd, de nutriëntenbeschikbaarheid voor een lange tijd hoger zal zijn waardoor snelgroeïende vaatplanten zoals pitrus, pijpenstrootje en berken uiteindelijk de verdere successie richting actief hoogveen zullen frustreren.

3.4 Diatomeeën

3.4.1 Bargerveen

In het Bargerveen zijn op de vijf onderzochte locaties (de drooggevallen locatie B3 is niet bemonsterd) nauwelijks doelsoorten van zure oligotrofe vennen aangetroffen. Triviale soorten van deze biotopen zijn wel op alle locaties aangetroffen, maar in relatief lage dichtheden (met uitzondering van locatie B6, waar deze soorten domineren). Het aandeel aan storingssoorten is op alle locaties, met uitzondering van locatie B6 hoog, procentuele abundantie (p.a.) 45-65% (Figuur 3.20). Op deze locaties worden ook hoge aandelen stikstoftolerante en stikstofminnende taxa aangetroffen. Stikstof autotrofe taxa met een hoge stikstoftolerantie hebben een p.a. van 28-40%, facultatieve stikstof heterotrofe taxa (stikstof minnende soorten) komen nog meer voor, met een p.a. tussen de 40% en 65%.

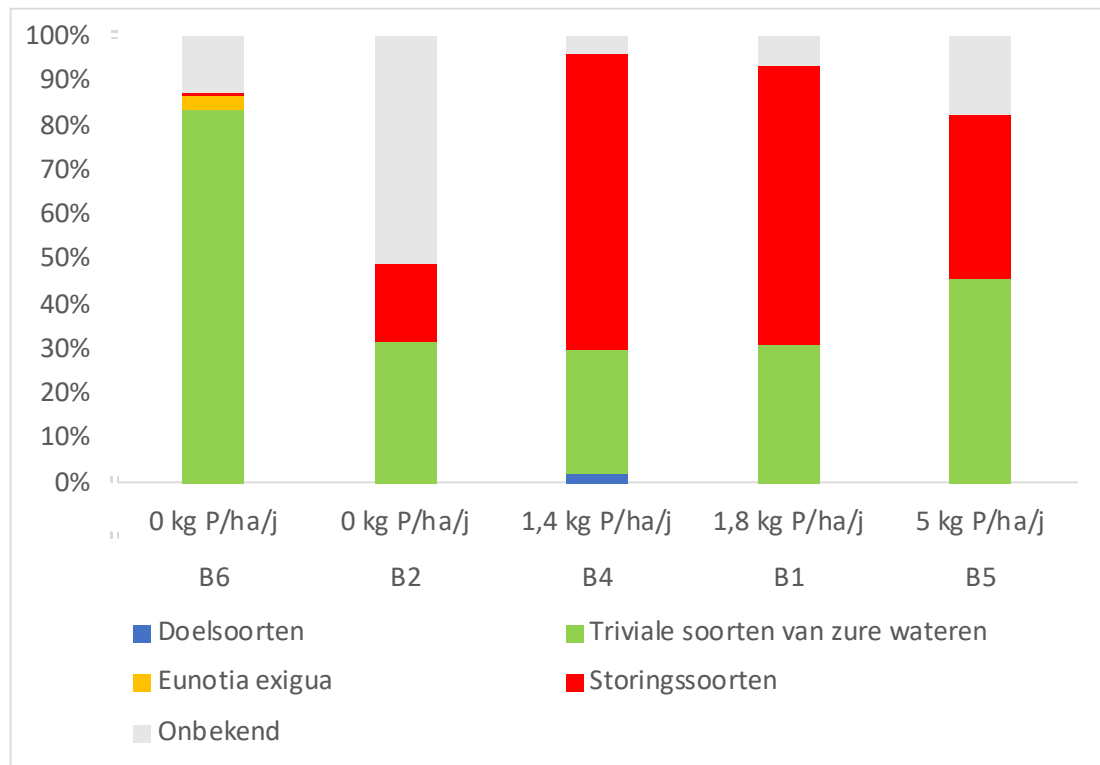


Tabel 3.8 Aangetroffen soorten en procentuele abundantie per locatie in **Bargerveen**. Taxa met een + zijn alleen buiten de telling van 200 schaaltes aangetroffen. Er wordt onder andere onderscheid gemaakt in doelsoorten (groen gemarkeerd), triviale soorten (geel gemarkeerd) en storingssoorten (rood gemarkeerd). De locaties staan op volgorde van nutriëntenbelasting. Voor indices zie Bijlage III.

TWN naam	B6	B2	B4	B1	B5
P-belasting (kg P/ha/j)	0	0	1,4	1,8	5
<i>Achnanthydium</i>				1,0	
<i>Diatoma moniliformis</i>					1,0
<i>Eunotia</i>	5,0	1,0		2,5	
<i>Eunotia bilunaris</i>	70,5	28,5	28,0	29,0	36,5
<i>Eunotia botuliformis</i>		2,0			
<i>Eunotia exigua</i>	3,0		+		
<i>Eunotia genuflexa</i>	3,5				2,0
<i>Eunotia juettnerae</i>					0,5
<i>Eunotia neocompacta</i> var. <i>vixcompacta</i>			2,0		
<i>Eunotia paludosa</i>	2,0				
<i>Frustulia crassinervia</i>	4,0				
<i>Frustulia saxonica</i>	7,5				0,5
<i>Nitzschia</i>	4,0	47,5	3,5	3,0	14,0
<i>Nitzschia palea</i>			2,0		0,5
<i>Nitzschia paleaeformis</i>	0,5	18,0	64,5	62,5	36,0
<i>Pinnularia anglica</i>				2,0	
<i>Pinnularia schroeterae</i>		3,0			5,5
<i>Pinnularia subcapitata</i>					3,5
<i>Suirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i>				+	

Tabel 3.9 Van Dam indices voor Zuurgraad, Stikstofopname, Zuurstofbehoefte, Saprobie en Trofie per locatie in Bargerveen. De locaties staan op volgorde van nutriëntenbelasting (B6 laagste en B5 hoogste). X = niet te berekenen door gebrek aan indicatieve soorten op deze locatie. Voor indices zie Bijlage III.

Meetpuntcode	B6	B2	B4	B1	B5
P-belasting (kg P/ha/j)	0	0	1,4	1,8	5
Totaal taxa	9	6	6	7	10
Van Dam Indices					
Zuurgraad (R)	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2
Stikstofopname (N)	1,9	2,3	2,7	2,6	2,4
Zuurstofbehoefte (O)	1,9	2,3	2,7	2,6	2,4
Saprobie (S)	1,9	2,4	2,7	2,6	2,4
Trofie (T)	1,0	X	3,5	2,0	2,8



Figuur 3.24 Procentuele abundanties van verschillende soortgroepen (zie bijlage II). De locaties staan op volgorde van nutriëntenbelasting (B6 laagste en B5 hoogste).

Bespreking per locatie

Locatie B1

Locatie B1 is samen met locatie B4 de meest verstoorde locatie op basis van de aanwezige diatomeeën. De procentuele abundantie (p.a.) storingsoorten bedraagt 63% (Tabel 3.7). Het aandeel stikstoftolerante en stikstofminnende soorten is op beide locaties groter dan 90%. Een zelfde beeld geeft de saprobie index; 63% van de aangetroffen taxa indiceren een α -mesosaproob milieu (redelijk schoon, maar organisch belast).

Locatie B2

De indices van deze locatie zijn niet duidelijk omdat een groot deel van de soortsamenvatting bestaat uit een 'onbekende' *Nitzschia* soort (p.a. 48%; Tabel 3.8). De *Nitzschia* soort vertoont sterke overeenkomsten met *N. paleaeformis*, maar is te klein en kon daarom niet met zekerheid als *N. paleaeformis* worden geïdentificeerd. Het is bekend dat sommige soorten door eutrofiering en bij hoge organische belasting afwijkingen kunnen vertonen. Er zijn in het Bargerveen veel vergroeiingen van *Eunotia bilunaris* s.l. aangetroffen. Het is mogelijk dat het ook bij deze *Nitzschia* gaat om een afwijkende groeivorm van *N. paleaeformis*. *N. paleaeformis* is een storingsoort die vooral voorkomt in door vogelontlasting verontreinigde vennen. Als dit het geval is zijn de indicaties vergelijkbaar met die van locatie B1 en B4.

Locatie B4

Op basis van de aangetroffen diatomeeëngemeenschap lijkt locatie B4 de meest verstoorde locatie. Hoewel nog wel enkele doelsoorten worden aangetroffen (p.a. 2%) bedraagt de p.a. aan storingsoorten 67% (Tabel 3.8). Het aandeel stikstofminnende en stikstoftolerante soorten is hier meer dan 90%. Er zijn zelfs obligaat stikstof heterotrofe taxa aangetroffen (2%), die van organische stikstofbronnen afhankelijk zijn en leven in



milieu's met hoge stikstofconcentraties. Een zelfde beeld geeft de saprobie index; 63% van de aangetroffen taxa indiceren een α -mesosaproob milieu, dus organisch belast. Polysaprobie taxa, indicatief voor nog sterker organisch belaste milieu's, hebben een aandeel van 2%.

Locatie B5

Op basis van de soortsaamenstelling lijkt deze locatie wel beïnvloed, maar minder dan de voorgaande locaties: Het aandeel triviale taxa is 46%, het aandeel storingssoorten is 37%. Het aandeel facultatieve stikstof heterotrofe (p.a. 36%) en stikstof autotrofe taxa met een hoge stikstof tolerantie (40%) is hoog. Een zelfde beeld geeft de saprobie index; 46% van de aangetroffen taxa indiceren een β -mesosaproob milieu en 36% een α -mesosaproob milieu.

Locatie B6

Bargerveen locatie B6 is de meest natuurlijke hoogveenlocatie in het Meerstalblok en de locatie die het minst door ganzen wordt belast. Dit komt goed tot uiting in de verschillende ecologische parameters. De soortsaamenstelling bestaat voor het grootste deel uit taxa van zure wateren (84%) en er komen hier nauwelijks storingssoorten voor (minder dan 1%).

3.4.2 Fochteloërveen

Op de vijf van de zes onderzochte locaties van het Fochteloërveen zijn nauwelijks doelsoorten van zure oligotrofe wateren aangetroffen. Alleen op locatie 6 was het aandeel doelsoorten relatief hoog (20%) (Tabel 3.11). Triviale soorten van deze biotopen zijn op alle locaties aangetroffen, maar in relatief lage dichtheden, ook hier een uitzondering voor locatie 6. Op vijf van de zes locaties zijn storingssoorten aangetroffen, op locatie 4 juist helemaal niet. Er zijn zowel stikstofolerante (11-65%) als stikstofminnende taxa (0%-24%) aangetroffen.

In het Fochteloërveen komen relatief hoge dichtheden van *Eunotia juettnerae* en *E. genuflexa* voor. Deze soorten zijn recent afgesplitst van *E. bilunaris* en door deze recente afsplitsing is nog niet veel over de ecologie van deze soorten bekend. Er zijn wel aanwijzingen dat met name *E. genuflexa* kenmerkend is voor dystrofe, antropogeen ongestoorde stagnante wateren.

Tabel 3.10 Aangetroffen soorten en procentuele abundantie per locatie in **Fochteloërveen**. Taxa met een + zijn alleen buiten de telling van 200 schaaltes aangetroffen. Er wordt onder andere onderscheid gemaakt in doelsoorten (groen gemarkeerd), triviale soorten (geel gemarkeerd) en storingssoorten (rood gemarkeerd). De locaties staan op volgorde van nutriëntenbelasting. Zie nadere uitleg in Bijlage III.

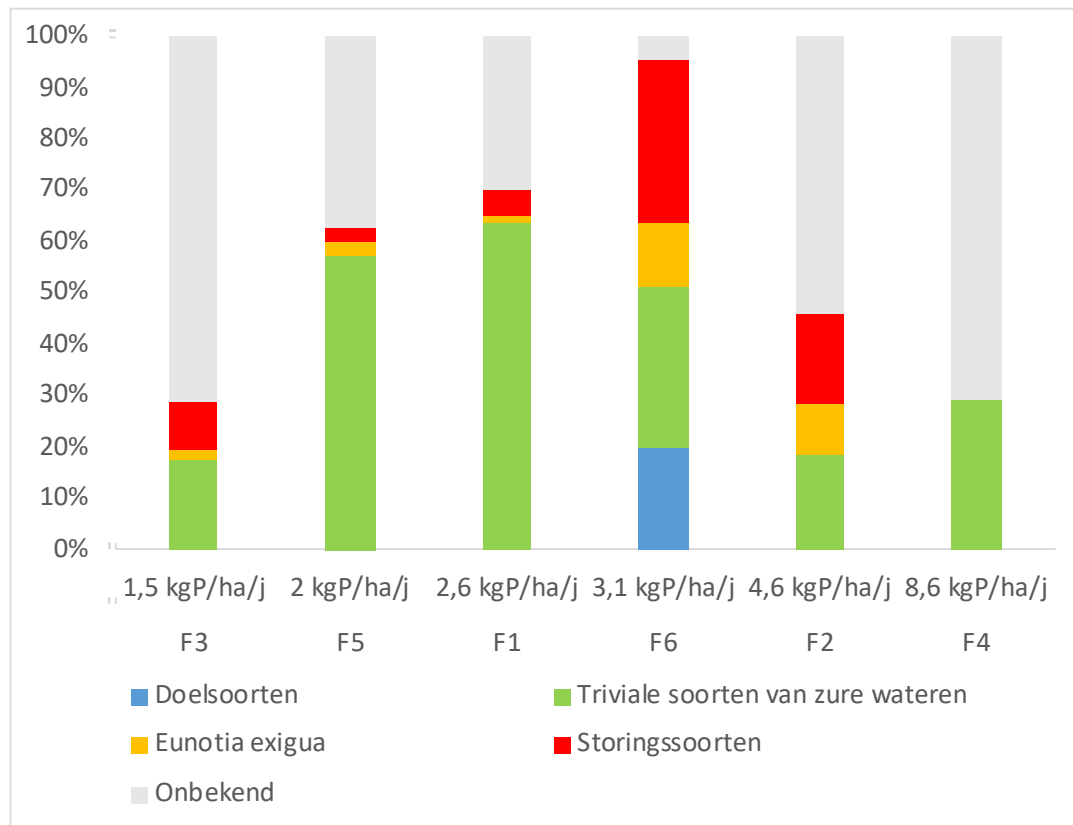
TWN naam	F3	F5	F1	F6	F2	F4
P-belasting (kg P/ha/j)	1,5	2	2,6	3,1	4,6	8,6
<i>Eunotia</i>				2,0		
<i>Eunotia bilunaris</i>	8,5	53,0	64,0	11,0	14,0	26,5
<i>Eunotia exigua</i> [1]	2,0	2,5	1,0	11,5	9,5	
<i>Eunotia genuflexa</i>	18,5		1,0		8,0	16,0
<i>Eunotia incisa</i>				1,5		
<i>Eunotia juettnerae</i>	51,5	37,0	28,5	1,0	38,0	54,0
<i>Eunotia pirla</i>				10,0	1,0	
<i>Eunotia rhomboidea</i>	7,0	4,5		15,5	2,0	3,0



<i>Frustulia saxonica</i>	1,0				1,5		
<i>Gomphonema</i>						0,5	
<i>Gomphonema olivaceum</i>		0,5		1,0			
<i>Navicula difficillima</i>				15,5			
<i>Navicula slesvicensis</i>				1,0			
<i>Nitzschia</i>	1,0					6,5	0,5
<i>Nitzschia palea</i>				4,0			
<i>Nitzschia paleacea</i>				1,0			
<i>Nitzschia paleaeformis</i>	9,0	2,5	5,5	21,5	17,0		0,0
<i>Oxyneis binalis</i>				2,5			
<i>Pinnularia acidophila</i>						0,5	
<i>Pinnularia irrorata</i>				1,0			
<i>Pinnularia schroeterae</i>	1,0					1,0	
<i>Staurosira venter</i>	0,5						
<i>Surirella brebissonii var. kuetzingii</i>			+			0,5	

Tabel 3.11 Van Dam indices voor Zuurgraad, Stikstofopname, Zuurstofbehoefte, Saprobie en Trofie per locatie in Fochteloërveen. De locaties staan op volgorde van nutriëntenbelasting. X = niet te berekenen door gebrek aan indicatieve soorten op deze locatie. Voor toelichting op van Dam indices zie Bijlage III.

Meetpuntcode	F3	F5	F1	F6	F2	F4
P-belasting (kg P/ha/j)	1,5	2	2,6	3,1	4,6	8,6
Totaal taxa	10	6	6	14	12	5
Van Dam Indices						
Zuurgraad (R)	1,7	1,7	1,1	1,7	1,3	2,0
Stikstofopname (N)	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	1,9
Zuurstofbehoefte (O)	2,0	2,0	2,1	1,9	2,3	1,9
Saprobie (S)	2,1	2,0	2,1	2,4	2,5	1,9
Trofie (T)	1,2	1,4	X	2,1	1,5	1,0



Figuur 3.25 Procentuele abundanties van verschillende soortgroepen in het Fochteloërveen (zie bijlage II). De locaties staan op volgorde van nutriëntenbelasting (F3 laagste en F4 hoogste).

Bespreking per locatie

Locatie F1

Locatie F1 lijkt op basis van de diatomeeën samenstelling de minst verstoorde locatie. Hier komen ook weinig ganzen voor. De procentuele abundantie (p.a.) van storingsoorten is laag en er komen meer dan 60% triviale soorten voor (Tabel 3.10). Het aandeel stikstof autotrofe taxa met een hoge stikstof tolerantie is met een p.a. van 65% is zeer hoog. Een zelfde beeld geeft de saprobie index; 64% van de aangetroffen taxa indiceren een β -Mesosaprob milieu (zeer zwak organisch belast).

Locatie F2

Op locatie F2 komen veel ganzen voor en ruim 17% van de aanwezige soorten kunnen dan ook worden geclassificeerd als storingsoorten. Het aandeel triviale taxa is 19%. Het aandeel stikstofminnende en stikstoftolerante soorten is samen ongeveer 40%. Ondanks de aanwezige ganzen kan dit water op basis van de saprobie index worden getypeerd als zeer zwak tot matig organisch belast water (β -Mesosaprob 15%, α -Mesosaprob 27%).

Locatie F3

Op locatie F3 komen weinig ganzen voor en ook weinig storingsoorten (9%). Het aandeel triviale taxa is 18%. Van 71% is helaas onbekend tot welke ecologische groep ze kunnen worden gerekend. Een groot deel hiervan is *E. juettnerae* (52%). Het aandeel stikstofminnende en stikstoftolerante soorten is samen 20%. De saprobie index indiceert een zeer zwak organisch belast milieu (β -Mesosaprob).



Locatie F4

Op locatie F4 komen veel ganzen voor. Het aandeel triviale taxa is hier 29%. Er zijn opmerkelijk genoeg geen storingssoorten aangetroffen. Van 70% is echter onbekend tot welke ecologische groep ze kunnen worden gerekend. Net als locatie 3 wordt deze groep gedomineerd door *E. juettnerae* met een p.a. 54%.

Het aandeel stikstof autotrofe taxa met een hoge stikstof tolerantie is hoog (27%). Voor de saprobie index indiceert 27% taxa een zeer zwak organisch belast milieu (β -Mesosaproob).

Locatie F5

Op locatie F5 komen weinig ganzen voor. Het aandeel triviale taxa is hier 58% en het aandeel storingssoorten slechts 3%. Het aandeel stikstofminnende en stikstoftolerante soorten is echter ook hoog (samen bijna 60%). De saprobie index indiceert duidelijk een zeer zwak organisch belast milieu (β -Mesosaproob) (p.a. 54%),

Locatie F6

Op deze locatie komen veel ganzen voor. Er zijn weliswaar doelsoorten aangetroffen (p.a. 5%), maar toch lijkt deze locatie meest verstoord. Het aandeel storingssoorten is met 32% het hoogste van de zes onderzochte locaties in het Fochteloërveen. Het aandeel triviale taxa is 31%. Ook het aandeel stikstofminnende en stikstoftolerante soorten is hoog: samen meer dan 50%. Bovendien zijn er ook obligaat stikstof heterotrofe taxa aangetroffen (6%). De saprobie index indiceert een organisch belast milieu (α -Mesosaproob), maar er worden zowel taxa van oligosaprobe (22%) als polysaprobe milieus (5%) aangetroffen.

3.4.3 **Verschillen tussen Bargerveen en Fochteloërveen**

De diversiteit is in het Bargerveen gemiddeld lager dan in het Fochteloërveen. Hoewel in beide gebieden op slechts één locatie doelsoorten van hoogveenvennen zijn aangetroffen, is het aandeel doelsoorten van hoogveenwateren in het Fochteloërveen gemiddeld hoger dan in het Bargerveen. In het Fochteloërveen is het aandeel storingssoorten lager dan in het Bargerveen, maar er worden wel meer eutrofe soorten aangetroffen. Als we de ecologische indices bekijken, dan duidt dit op een gemiddeld wat lagere voedselrijkdom in het Fochteloërveen (oligotroof) dan in het Bargerveen (oligomesotroof tot mesotroof). De organische belasting (saprobie) is ook iets lager in het Fochteloërveen dan in het Bargerveen, evenals de indicaties voor stikstofbelasting. Dit klopt met de metingen van de nutriëntenconcentraties in het water; die zijn in het Fochteloërveen ook lager dan in het Bargerveen (zie §3.3.3).

3.4.4 **Samenvatting effect guanotrofie op diatomeeën**

Er worden in beide gebieden weinig kenmerkende (hoogveen)soorten aangetroffen, een teken dat de ecosystemen niet goed ontwikkeld zijn. Dit geldt zowel voor de locaties met als zonder ganzen, dus dit komt zeker niet (alleen) door de ganzen. Kenmerkende taxa voor hoogveenmilieus zijn veelal gevoelig voor organische belasting en toevoer van nutriënten. Het lijkt dan ook aannemelijk dat de aanvoer van nutriënten door vogels een effect heeft op het voorkomen van de kenmerkende taxa. In beide venen zijn de effecten van guanotrofie zichtbaar en uiten zich in een toename van storingssoorten en een afname van (triviale) soorten van zure wateren. Het effect is duidelijker in het Bargerveen dan in het Fochteloërveen. Dat het effect in het Fochteloërveen niet zo duidelijk is komt mede omdat op de locaties met de minste nutriëntenbelasting een soort domineert waarvan de ecologie onbekend is.



3.5 Vegetatie

3.5.1 Algemene indruk

Het eerste dat opvalt is dat er niet alleen hoogveensoorten zijn aangetroffen (zoals waterveenmos, wrattig veenmos, fraai veenmos, pijpenstrootje, eenarig wollegras, veenpluis en ronde zonnedauw), maar ook veel soorten uit meer gebufferde en/of nutriëntenrijkere systemen zoals gewone waternavel, zompzegge, moerasstruisgras, melkeppe, moeraswederik, fioringras, grote lisdodde en zwarte els (zie Bijlage IV voor opnametabel). Deze soorten zijn niet alleen aangetroffen in plassen met een heel hoge nutriëntenbelasting door watervogels, maar ook in plassen met weinig watervogels. Dit is ongetwijfeld het gevolg van antropogene invloeden zoals stikstofdepositie, historische ingrepen in de hydrologie en veenafbraak.

In de vegetatie van de oeverzone zijn dominante soorten meestal pitrus, pijpenstrootje, waterveenmos, fraai veenmos, gewimperd veenmos *en* vensikkelmos. Slechts op een enkele plek bedekken knolrus of moerasstruisgras meer dan 10%. De overige soorten zijn hooguit met lage abundantie aanwezig (Figuur 3.26 en Bijlage IV).

3.5.2 Effecten van nutriëntenbelasting op de oevervegetatie

Het meest opvallende effect op de oevervegetatie is dat bij een hogere nutriëntenbelasting door vogels pitrus een hogere bedekking en pijpenstrootje een lagere bedekking heeft (Figuur 3.26). De veenmossen lijken ook een lagere bedekking te hebben bij een hogere belasting, maar dit patroon is minder duidelijk, wellicht omdat deze ook met elkaar concurreren en met andere mossen zoals vensikkelmos. Daarom is in Figuur 3.27 de bedekking van de moslaag als geheel uitgezet en in Figuur 3.28 de bedekking van pitrus, pijpenstrootje in meer detail. In deze figuren is duidelijk te zien dat bij een lage nutriëntenbelasting door vogels (veen)mos en pijpenstrootje vaak domineren, terwijl bij een hoge nutriëntenbelasting meestal pitrus domineert. Er lijkt dus een duidelijk effect van guanotrofie op de vegetatiesamenstelling: pitrus concurreert pijpenstrootje en (veen)mossen weg.

De locaties B1, B3 en F6 wijken enigszins af van deze lijn; vooral bij F6 groeit weinig mos en veel pitrus terwijl de nutriëntenbelasting matig hoog is. Dit zijn alle drie relatief grote wateren met veel ganzen. Het is mogelijk dat de invloed van de ganzen niet evenredig verdeeld is over deze grote wateren, dus dat de nutriëntenbelasting over- of onderschat is. Ook is mogelijk dat de historische belasting groter is geweest; met name van F6 (Esmeer) is bekend dat er al langdurig ganzen zitten. Een alternatieve verklaring is dat de relatief sterke golfslag aan de oevers van grote wateren een hogere nutriëntenbeschikbaarheid veroorzaakt (Aggenbach & Jalink 1998).

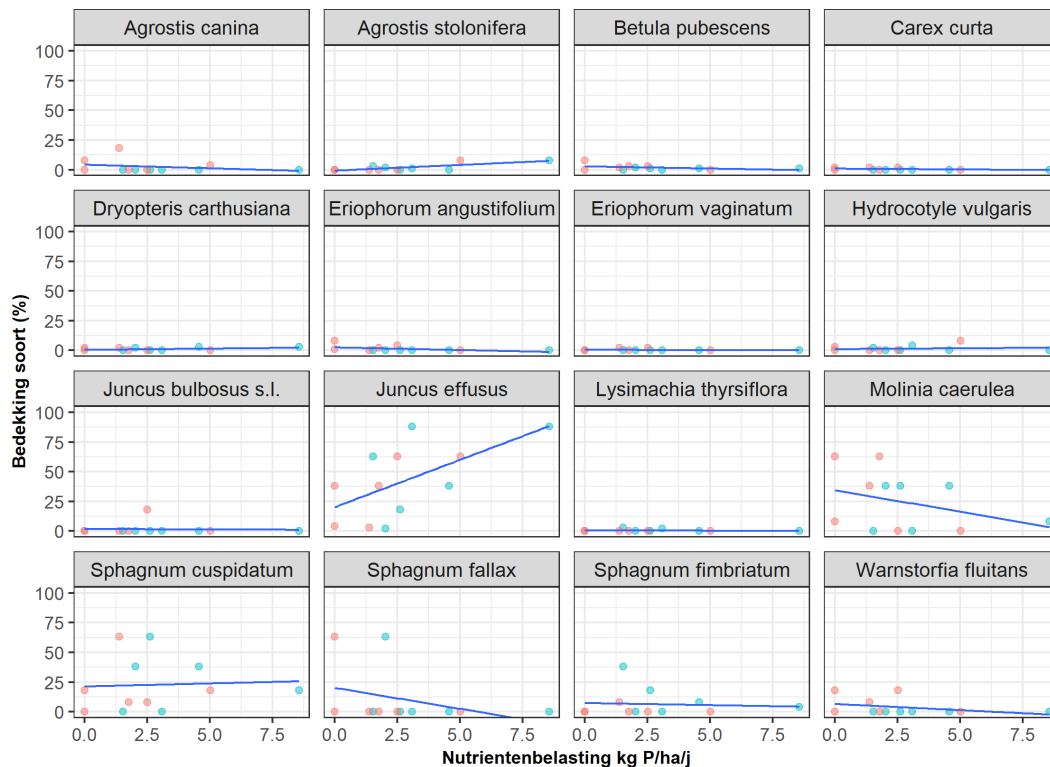
Naast de effecten op de dominante soorten, zijn er ook verschillen in het voorkomen van de begeleidende soorten:

- Moerasstruisgras, zompzegge, veenpluis en eenarig wollegras komen alleen of vooral voor bij lage nutriëntenbelasting. Dit zijn allemaal soorten die een rol (kunnen) spelen in vrij voedselarme verlandingssituaties;
- Fioringras doet het beter bij hoge nutriëntenbelasting. Fioringras is een zeer algemeen gras van voedselrijke natte omstandigheden.

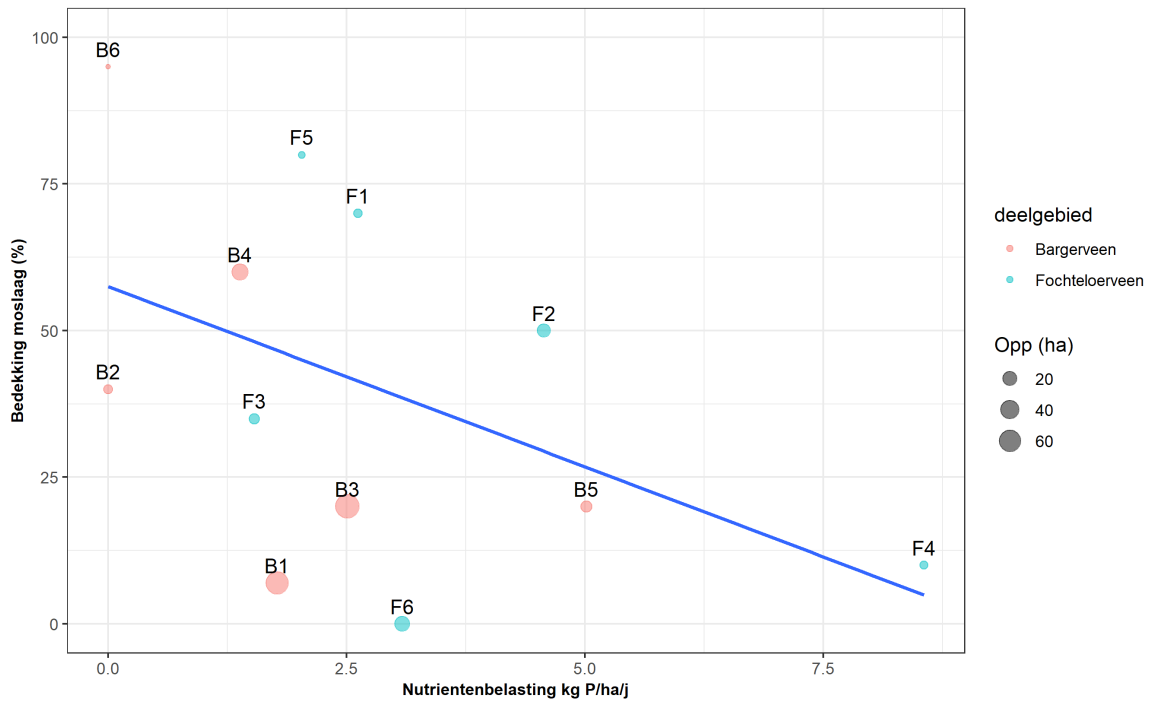


3.5.3 Effecten van nutriëntenbelasting op de watervegetatie

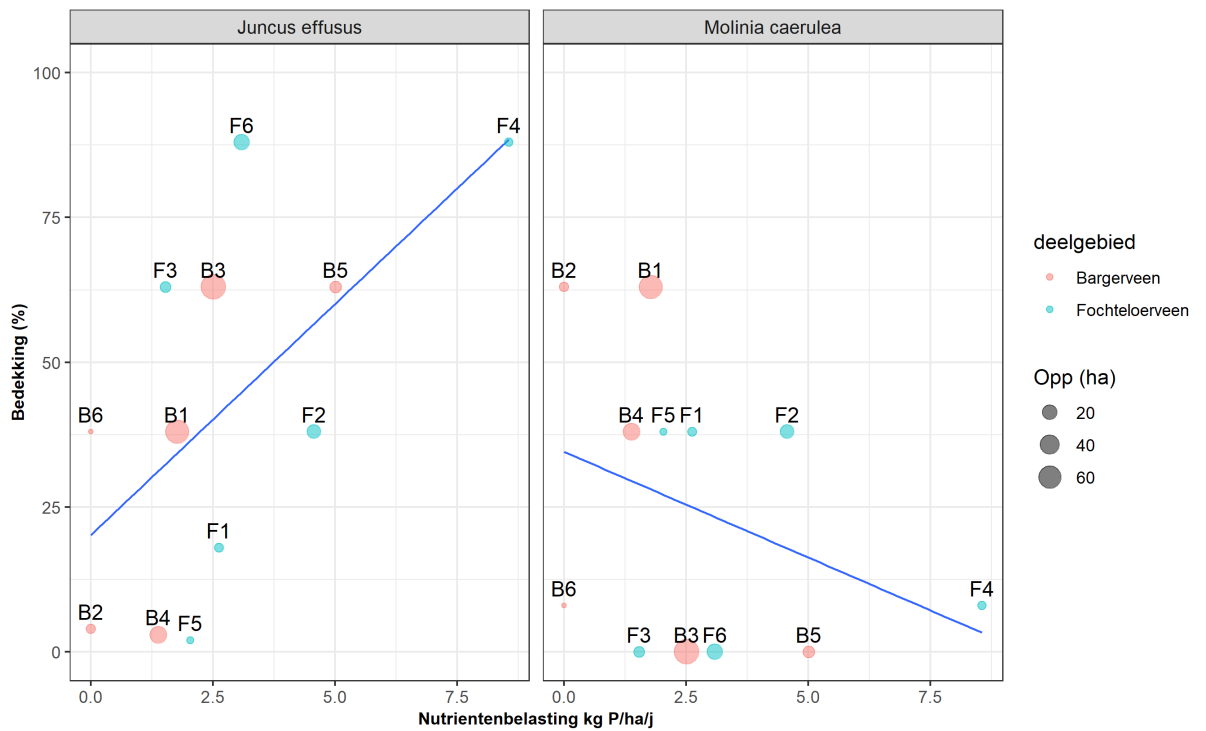
In de vegetatie van de waterzone zijn veel minder duidelijke effecten waarneembaar (Figuur 3.29). Bij hoge nutriëntenbelasting door vogels komen veenpluis, knolrus en moerasstruisgras niet of minder voor en fioringras en veelstengelige waterbies juist wel; effecten die vergelijkbaar zijn met de oever. Deze soorten groeien veelal met hun uitlopers vanaf de oever het water. Vooraf werd wellicht verwacht dat een hogere nutriëntenbelasting zou leiden tot troebeler water en daardoor minder veenmos, maar dat volgt niet uit de gegevens. Bij hoge belasting is juist altijd veel veenmos aanwezig, terwijl deze in plassen met een lage belasting soms (maar niet altijd) ontbreekt. De meest logische verklaring hiervoor is dat fosforlimitatie wordt opgeheven, maar ook de CO₂-beschikbaarheid neemt waarschijnlijk toe door een toename van de afbraaksnelheid van organisch materiaal (zie § 3.3.5). Dit lijkt dus op het eerste gezicht een positief effect, maar de verwachting is dat in veen dat zich onder voedselrijkere omstandigheden heeft gevormd ook weer sneller afbreekt. In dit veen zal de nutriëntenbeschikbaarheid voor een lange tijd hoger zal zijn waardoor snelgroeiende vaatplanten zoals pitrus, pijpenstrootje en berken de verdere successie richting actief hoogveen langdurig zullen frustreren.



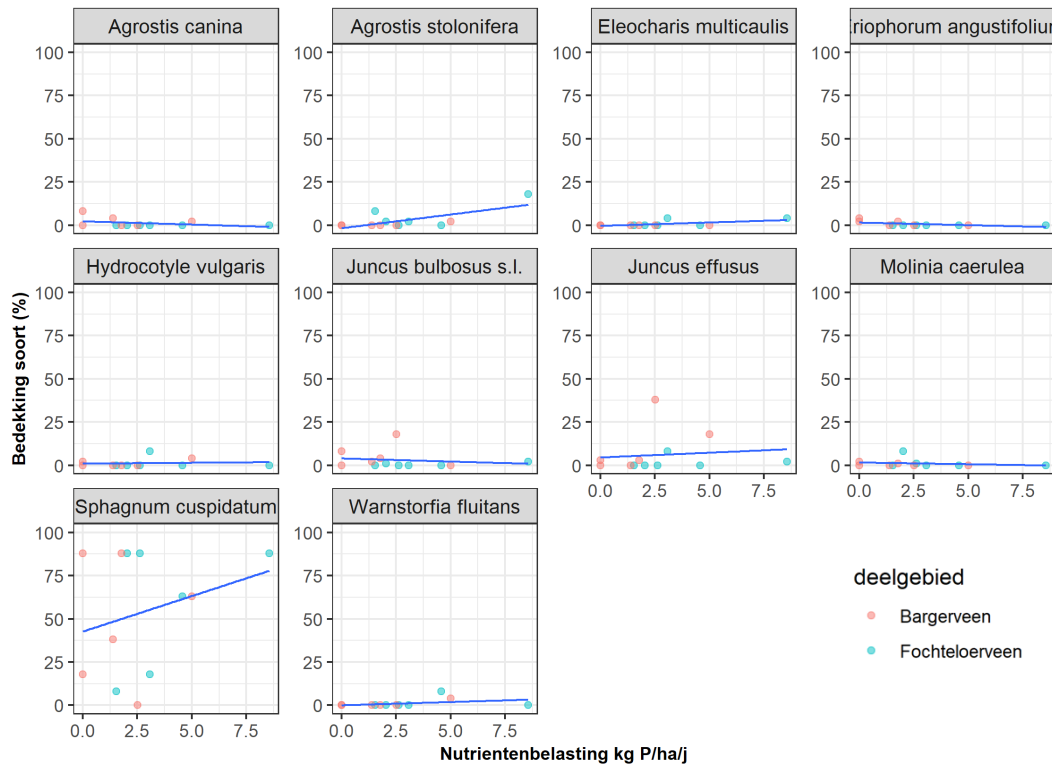
Figuur 3.26 Effecten nutriëntenbelasting door guanotrofie op plantensoorten in de oeverzone. Bargerveen: rode stippen, Fochteloërveen: blauw stippen. De blauwe lijn is een (berekende maar niet statistisch getoetste) lineaire regressielijn. Soorten die infrequent of in lage abundantie voorkomen zijn niet opgenomen in de grafieken, zie hiervoor Bijlage IV.



Figuur 3.27 Effecten van de (berekende) nutriëntenbelasting door guanotrofie op de bedekking van de moslaag in de oeverzone. De grootte van de stip is gerelateerd aan de grootte van het wateroppervlak.



Figuur 3.28 Effecten van de (berekende) nutriëntenbelasting door guanotrofie op de bedekking van pitrus (*J. effusus*) en pijpenstrootje (*M. caerulea*) in de oeverzone. De grootte van het wateroppervlak is weergegeven als grootte van de stip.



Figuur 3.29 Effecten nutriëntenbelasting door guanotrofie op planten in de **waterzone**. De blauwe lijn is een (berekende maar niet statistisch getoetste) lineaire regressielijn. Soorten die infrequent of in lage abundantie voorkomen zijn niet opgenomen in de grafieken, zie Bijlage IV. Ned. namen: moerasstruisgras, fioringras, veelstengelige waterbies, veenpluis, waternavel, knolrus, pitrus, pijpenstrootje, waterveenmos en vensikkelmos.

3.5.4 Samenvatting effecten van nutriëntenbelasting op de vegetatie

In de vegetatie zijn naast hoogveensoorten ook veel soorten uit meer gebufferde en voedselrijkere systemen aangetroffen. Deze soorten zijn ook aangetroffen in plassen weinig watervogels. De invloed van guanotrofie is dus zeker niet de enige bron van nutriënten in deze venen; historische ingrepen en stikstofdepositie spelen ook een grote rol. Ook het diatomeeënonderzoek liet al zien dat er nergens sprake is van een ongestoord hoogveensysteem. Volledig ongestoorde hoogveensystemen komen in Nederland overigens niet meer voor, maar er zijn nog wel beter ontwikkelde hoogvenen dan de monsterlocaties uit dit onderzoek (Jansen & Grootjans 2019).

Hoe hoger de ganzendichtheid, hoe meer pitrus en minder veenmos en in iets mindere mate pijpenstrootje op de oevers van de plas. Overigens lijkt ook de grootte van de plas hier enige invloed op te hebben; grotere plassen hebben ook relatief veel pitrus en weinig veenmos. Dit verband is echter aanzienlijk minder sterk.

De groei van veenmossen in het water vertoont geen duidelijk verband met de nutriëntenbelasting en ook niet met de kleuring van het water of de hoeveelheid CO₂ in de waterbodem. Mogelijk komt dit omdat de bemonsterde locaties veelal vrij ondiep waren. Hierdoor groeit veenmos relatief makkelijk naar het wateroppervlak en heeft minder last van licht- of koolstofgebrek.



3.6 Macrofauna

3.6.1 Algemeen

De macrofauna is onderzocht op 5 locaties in het Bargerveen en 5 locaties in het Fochteloërveen, dus in totaal 10 locaties; locatie B3 en locatie F6 zijn niet bemonsterd (zie §2.1). De aangetroffen soorten en hun abundantie zijn opgenomen in Bijlage V. De macrofaunasamenstelling is beoordeeld aan de hand van de KRW-score of EKR, die tussen 0 (zeer slecht) en 1 (zeer goed, referentiesituatie) ligt (zie verder §2.6). De meeste locaties worden beoordeeld als matig (0,4-0,6) en één locatie in het Fochteloërveen (F5) scoort ontoereikend (<0,4). In het Bargerveen (B6) heeft één locatie een EKR score die boven 0,6 ligt en wordt beoordeeld als goed. Dit is de locatie die in dit onderzoek is meegenomen als referentie voor het best ontwikkelde hoogveen.

3.6.2 Bargerveen

De KRW-score is in het Bargerveen het hoogst voor locatie B6 (Tabel 3.12); de hoogveenreferentielocatie binnen dit onderzoek en daar zijn ook het meeste karakteristieke soorten aangetroffen. Op locatie B6 is onder andere *Phalacrocera replicata* aangetroffen, een muggenlarve die sterk met veenmos geassocieerd is. Andere aangetroffen karakteristieke soorten zijn de libellen *Ceriagrion tenellum* en een onvolgroeide *Leucorrhinia*¹ larve. Verder zijn de met zuur water geassocieerde kevers *Hydroporus erythrocephalus*, *Hydroporus umbrosus* en de watermijt *Arrenurus stecki* gevonden.

Locatie B5 is in dit gebied de locatie met de hoogste stikstof- en fosfaatlast als gevolg van guanotrofie. Toch komen ook hier nog karakteristieke soorten voor, onder andere de kevers *Hydroporus pubescens* en *Berosus luridus* alsmede de wants *Hebrus pusillus* en de dansmug *Polypedilum uncinatum agg.* De locaties B1, B2 en B4 zitten qua KRW-score en aantal karakteristieke soorten tussen deze beide uitersten in.

In het Bargerveen is dus een duidelijke negatieve relatie tussen de belasting door ganzen en de macrofaunasamenstelling: een hogere belasting betekent minder karakteristieke soorten en een lagere KRW-score.

Tabel 3.12 Bargerveen; de KRW-score op de macrofaunamaatlat M26 en het aantal kenmerkende soorten, positief dominanten en negatief dominanten (volgens die maatlat) en het aantal karakteristieke macrofaunasoorten voor hoogveen (Arts 2000).

locatie	B6	B2	B4	B1	B5
belasting kg P/ha	0	0	1,4	1,8	5
KRW-score M26	0.603	0.573	0.543	0.514	0.506
KRW kenmerkende soorten	8	8	6	6	7
KRW positief dominanten	4	0	1	2	3
KRW negatief dominanten	2	1	1	1	1
Karakteristieke soorten	5	4	3	3	2

¹ Dit betreft vrijwel zeker *L. dubia* of *L. rubicunda*; beide karakteristieke soorten voor zure vennen en hoogvenen. De andere drie Nederlandse soorten zijn veel zeldzamer en komen niet in hoogvenen voor.



3.6.3 Fochteloërveen.

In het Fochteloërveen is de belasting gemiddeld wat hoger en zijn de KRW-scores gemiddeld lager dan in het Bargerveen (tabel 3.12). De relatie tussen KRW-score en belasting is hier minder duidelijk dan in het Bargerveen.

Locatie F4 heeft de hoogste belasting aan stikstof en fosfaat door ganzen. Hier zijn geen karakteristieke soorten voor hoogveenwateren aangetroffen en de KRW-score is de op één na laagste in het onderzoek. Wel zijn op deze locatie onder andere de soorten *Leptophlebia vespertina* en *Cymatia bonsdorffii* gevonden die kenmerkend zijn voor (zure) vennen. Op de tevens hoog belaste locatie F2 zijn de libellen koraaljuffer (*Ceriagrion tenellum*) en watersnuffel (*Enallagma cyathigerum*) aangetroffen.

De hoogste aantallen karakteristieke hoogveensoorten zijn gevonden in locatie F3. Op deze locatie zitten weinig ganzen en guanotrofie is hier dan ook het laagst van alle bemonsterde locaties in het Fochteloërveen. Op deze locatie zijn de grootste aantallen macrofaunasoorten gevonden, waaronder *Dytiscus lapponicus*, *Hydroporus erythrocephalus*, *Ceriagrion tenellum* en *Polypedium uncinatum* agg.

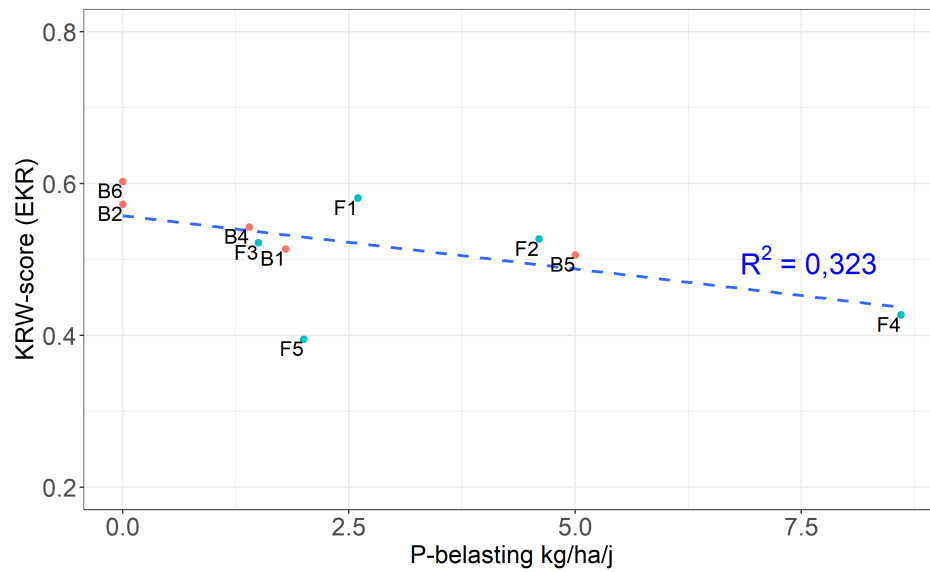
De meest afwijkende locatie in het Fochteloërveen is F5. Deze heeft geen heel hoge belasting, maar wel een heel lage KRW-score en er zijn geen karakteristieke soorten aangetroffen. De chemische metingen, de diatomeeën en de vegetatie geven echter geen aanleiding om te denken dat de inschatting van de belasting hier niet klopt. Wellicht is er op deze locatie een andere oorzaak voor de minder goede macrofaunasamenstelling. Mede door de afwijkend locatie F5, is het verband tussen guanotrofie en macrofauna minder duidelijk in het Fochteloërveen (tabel 3.12).

Tabel 3.13 Fochteloërveen; de KRW-score op de macrofaunamaatlat M26 en het aantal kenmerkende soorten, positief dominanten en negatief dominanten (volgens die maatlat) en het aantal karakteristieke macrofaunasoorten voor hoogveen (Arts 2000).

locatie	F3	F5	F1	F2	F4
kg P/ha	1,5	2	2,6	4,6	8,6
KRW-score M26 (EKR)	0.522	0.395	0.581	0.527	0.427
KRW kenmerkende soorten	10	3	10	9	4
KRW positief dominanten	6	2	3	2	3
KRW negatief dominanten	3	4	5	3	3
Karakteristieke soorten	4	0	4	2	0

3.6.4 Samenvatting effect guanotrofie op de macrofauna

Er is in dit onderzoek een matig verband gevonden tussen de EKR scores en de fosfaatbelasting ($R^2 = 0,323$) (Figuur 3.26). Opgemerkt dient te worden dat Fochteloërveen locatie F5 sterk afwijkt van de lijn; mogelijk spelen op deze locatie andere factoren die hebben geleid tot een verslechtering van de ecologische toestand voor macrofauna. Zonder dit meetpunt zou de correlatie veel sterker zijn ($R^2 = 0,73$). Duidelijk is in elk geval dat de guanotrofie door ganzen de macrofaunasamenstelling van hoogveenwateren negatief beïnvloedt.



Figuur 3.30 EKR scores per locatie afgezet tegen de fosfaatbelasting (in kg P ha/jaar). Meetlocaties in het Bargerveen zijn rood gekleurd, in het Fochteloërveen blauw.



Figuur 3.31 Smaragdlibbel *Cordulia aenea*.



4 Integratie, discussie en oplossingsrichtingen

4.1 De invloed van ganzen op de kwaliteit van water en bodem

- In het Fochteloërveen en het Bargerveen liggen slaappleatsen van tienduizenden overwinterende toendrarietganzen en kolganzen die foerageren in het omliggende agrarische gebied. Deze **ganzen brengen hierdoor een aanzienlijke hoeveelheid meststoffen het veen in**. De belasting van de plassen waarop de ganzen slapen betreft volgens onze berekening 1,4 – 8,6 kg fosfor en 14 – 95 kg stikstof per hectare per jaar. Op deze slaappleatsen geeft dit een hogere stikstofbelasting dan de actuele atmosferische depositie (14-17 kg N/ha/j) en ook hoger dan de kritische depositiewaarde voor hoogveen (7 kg N/ha/j). Fosfor wordt nauwelijks door de lucht verspreid. De dichtheden ganzen zijn lokaal 5-10 keer hoger dan een hoogveen aan kan, op basis van schattingen voor vennen (Brouwer & van den Broek, 2010).
- Op basis van de metingen heeft de aanwezigheid van hoge dichtheden ganzen (aantallen ganzen per hectare) **meetbare invloed op de nutriëntenconcentraties in het water, de waterbodem en de oever van de plassen**. Dit verband is bijzonder sterk in het Bargerveen, met name voor fosfor (Tabel 4.1). In het Fochteloërveen zijn de verbanden zwakker, maar nog wel duidelijk aanwezig als alleen naar de veenbodems wordt gekeken. De twee bemonsterde zandige waterbodems verstoren het verband echter, doordat dit verschillende afzettingen zijn met een verschillende uitgangssituatie (o.a. qua ijzer). Mogelijk speelt ook een rol dat de (geschatte) ganzenaantallen in het Fochteloërveen minder betrouwbaar zijn dan de tellingen uit het Bargerveen.

4.2 De invloed van ganzen op het hoogveenecosysteem

- Op grond van onze bemonsteringen zijn **alle locaties op één na ernstig aangetaste hoogvenen**, ook de locaties zonder ganzen. Deze aantasting is dus niet (alleen) het gevolg van de ganzen, maar van allerlei menselijke invloed, zoals ontwatering, verving, ontginning en atmosferische stikstofdepositie. Alleen op locatie B6 in het Meerstalblok van het Bargerveen is sprake van een enigszins karakteristiek hoogveen met een acrotelm en relatief veel karakteristieke soorten diatomeeën, planten en macrofauna. De overige locaties hebben geen goed ontwikkelde acrotelm en een hoog aandeel storingssoorten.
- Voor het **Bargerveen is er een duidelijke relatie tussen de samenstelling van de diatomeeën en de nutriëntenbelasting, voor het Fochteloërveen is deze relatie zwak tot afwezig**. De verklaring hiervoor ligt in het feit dat diatomeeën sterk reageren op nutriënten in het oppervlaktewater, en dat de relatie tussen ganzen en de nutriënten in het oppervlaktewater in het Bargerveen sterk is en in het Fochteloërveen niet. Wellicht speelt ook een rol dat het absolute aantal ganzen in het Bargerveen hoger is. Opvallend is de hoge dichtheid *Nitzschia paleaeformis*, een storingssoort specifiek voor door vogels verontreinigde zure wateren. Deze soort is op alle slaappleatsen aangetroffen, met één uitzondering in het Fochteloërveen.
- In de vegetatie zijn naast hoogveensoorten ook veel soorten uit meer gebufferde en/of nutriëntenrijkere systemen aangetroffen. Deze soorten zijn niet alleen aangetroffen in plassen met een hoge nutriëntenbelasting door watervogels, maar ook in plassen met weinig watervogels. **De invloed van guanotrofie is dus zeker niet de enige bron van nutriënten** in deze venen; historische ingrepen en stikstofdepositie spelen ook



een grote rol. Ook het diatomeeënonderzoek liet al zien dat er nergens sprake is van een ongestoord hoogveensysteem. Volledig ongestoorde hoogveensystemen komen in Nederland overigens niet meer voor, maar er zijn nog wel beter ontwikkelde hoogvenen dan de monsterlocaties uit dit onderzoek (Jansen & Grootjans 2019).

Tabel 4.1 Samenvatting effecten guanotrofie. Opp=wateroppervlak, P-belasting in kg/ha/j, PO4-OppW, PO4-Watb en NH4-Watb zijn resp. fosfaat in het oppervlaktewater en fosfaat en ammonium in het porievocht van de waterbodem ($\mu\text{mol/l}$), EKR = KRW-score macrofauna, Pitrus en Mos = bedekking op de oever, Diat_storing en -hoogveen zijn gesommeerde aantallen storings- en hoogveensoorten onder de diatomeeën. Negatieve en positieve aspecten zijn met rode en groene balken benadrukt en binnen de gebieden is gesorteerd op belasting. Het verband is dus sterker naarmate de rode balken binnen een gebied onderaan groter zijn en de groene bovenaan.

Loc	Opp	P belasting	PO4-OppW	PO4-Watb	NH4-Watb	EKR	Pitrus	Mos	Diat_storing	Diat hoogveen
B6	0,6	0,0	4,4	4,6	112	0,603	38	95	3,5	84
B2	4,4	0,0	1,6	15,0	151	0,573	4	40	18,0	32
B4	28,7	1,4	7,6	30,8	253	0,543	3	60	67,0	30
B1	64,9	1,8	19,1	43,5	407	0,514	38	7	62,5	31
B3	76,0	2,5	37,6	41,4	212	-	63	20	-	-
B5	9,7	5,0	62,0	155,5	384	0,506	63	20	36,5	46
F3	7,1	1,5	1,5	13,5	39	0,522	63	35	11,5	18
F5	1,8	2,0	0,7	14,2	183	0,395	2	80	5,5	58
F1	4,2	2,6	1,3	4,1	46	0,581	18	70	6,5	64
F6	23,5	3,1	16,2	30,7	87	-	88	0	44,5	51
F2	15,9	4,6	0,9	16,3	238	0,527	38	50	27,3	19
F4	3,4	8,6	1,3	17,6	124	0,427	88	10	0,0	30

- **Hoe hoger de ganzendichtheid, hoe hoger de bedekking met pitrus en hoe lager de bedekking van veenmos** en in iets mindere mate pijpenstrootje op de oevers van de plas. Overigens lijkt ook de grootte van de plas hier enige invloed op te hebben; grotere plassen hebben ook relatief veel pitrus en weinig veenmos. Dit verband is echter aanzienlijk minder sterk dan de relatie met guanotrofie.
- De CO₂-concentraties in het water zijn vrijwel overal te laag voor submerse veenmosgroei. Toch vertoont de **groei van veenmossen in het water geen verband met de kleur van het water of de hoeveelheid CO₂ in de waterbodem**. Mogelijk komt dit omdat de bemonsterde locaties veelal vrij ondiep waren. Hierdoor kan veenmos naar het wateroppervlak groeien en heeft minder last van licht- of koolstofgebrek.
- De **groei van veenmossen in het water vertoont geen negatief verband met de nutriëntenbelasting, er lijkt eerder sprake van een positief verband**. De meest logische verklaring hiervoor is dat fosforlimitatie wordt opgeheven. Mogelijk speelt ook een hogere CO₂-productie uit de ganzenpoep een rol.
- **Guanotrofie heeft invloed op de macrofaunasamenstelling, maar het verband is niet altijd even eenduidig**. Op de drie locaties met de laagste belasting zijn relatief



veel karakteristieke soorten aangetroffen en op de locatie met de hoogste belasting is geen enkele karakteristieke soort gevonden. Bij de locaties die een matige belasting hebben, wisselt het echter sterk. Er is een correlatie ($R^2=0,32$) tussen de nutriëntenbelasting en de score op de KRW-maatlat M26. Overigens wordt deze correlatie veel sterker ($R^2 0,73$) als één sterk afwijkend meetpunt in het Fochteloërveen weggelaten zou worden. Wederom lijkt er reden voor enige twijfel aan de (geschatte) ganzenaantallen in het Fochteloërveen. Macrofauna zit hoger in de voedselketen dan planten en diatomeeën en reageert daardoor minder direct op nutriënten. De correlatie met de KRW-maatlat laat echter zien dat de levensgemeenschap ook in hogere trofische niveaus negatief beïnvloed wordt door guanotrofie.

4.3 Invloed guanotrofie op hoogveen in landschapsecologische context

- De hoeveelheid aangevoerde meststoffen op de slaapplaatsen van overwinterende ganzen ligt **ver boven de kritische grenzen voor oligotrofe hoogveensystemen** en is ondanks de beperkte set meetlocaties duidelijk meetbaar. Het is onwaarschijnlijk dat zich op deze locaties een actief hoogveen kan ontwikkelen. De negatieve impact van de ganzen op het hoogveen beperkt zich grotendeels tot de plassen met de slaapplaatsen en de oevers daarvan. De overige delen van het veen worden niet beïnvloed, zoals bij atmosferische stikstofdepositie wel het geval is.
- De inrichting van het watersysteem speelt hierin ook nog een rol: De invloed van de guanotrofie beperkt zich in eerste instantie tot de plas waarop de vogels slapen en de omliggende oevers. **Hoe ver deze invloed reikt** verschilt van plas tot plas en is **afhankelijk van de hydrologie**, met name de inundatie van de oevers en de stromingsrichting van het neerslagoverschot. Wat dat betreft is er een verschil tussen beide onderzochte gebieden. Bij het Bargerveen stroomt het neerslagoverschot vanuit de compartimenten meestal direct naar een centrale watergang en beïnvloedt dus de andere compartimenten niet (Bijlage VI). Bij het Fochteloërveen stroomt het water vaak van het ene naar het andere compartiment en kan dus andere compartimenten beïnvloeden. Of en in welke mate dit daadwerkelijk gebeurt, is niet onderzocht.
- Naast enigszins oligotrofe omstandigheden zijn er andere, minstens zo belangrijke randvoorwaarden voor actieve hoogveenvorming. Zo moet de hydrologie op orde zijn (stabiele waterstanden) en in grote wateren kan windwerking een belemmerende factor zijn. Deze factoren zijn door ons niet onderzocht, maar de indruk bestaat dat dit op de meeste onderzoekslocaties ook knelpunten zijn.
- Als de hydrologische omstandigheden voor (hoog)veenvorming goed zijn, maar de bodem is voedselrijk door guanotrofie, ontstaan storingsvegetaties of venen van meer voedselrijke omstandigheden (met vegetaties uit de klasse der kleine zeggen of de rietklasse). Ook deze venen kunnen zich op termijn doorontwikkelen tot hoogvenen als bultvormende veenmossen zich vestigen en boven de grondwaterspiegel uitgroeien. Of deze ontwikkeling ook zal plaatsvinden en op welke termijn is niet goed te voorspellen. Op kleine schaal treedt dit proces wel op in het centrale deel van het Fochteloërveen, waar hoogveenveenmos zich vestigt op bulten van het minerotrofe gewoon – en gewimperd veenmos (Douwes & Straathof in: Jansen & Grootjans 2019; pagina 140/141).
- De grootste ganzenslaapplaatsen liggen ook op de grootste wateren (20-76 ha), waardoor de nutriëntenbelasting (per ha) daar niet hoger en zelfs iets lager is dan op de middelgrote plassen (1,8-16 ha), waar gemiddeld minder ganzen slapen. Hierbij moet wel aangetekend worden dat de ganzenaantallen een grote mate van onzekerheid kennen en dat de onzekerheid relatief groter is in de kleine plassen.



- Voor het Fochteloërveen zijn ganzen tellingen in de foerageergebieden beschikbaar, maar van de slaapplaatsen alleen (grote) schattingen. Deze aantallen zouden beter in beeld gebracht moeten worden, bijvoorbeeld met radartechnieken.
- In de relatief kleine plassen liggen over het algemeen betere kansen voor hoogveenherstel dan in de grote plassen (en dito compartimenten), omdat daar de windwerking geringer is en de hydrologie beter stuurbaar. Beheerders melden ook dat in grote compartimenten het in zomer gevormde veenmos na de winter weer verdwenen is (schrift. med. R v.d. Schuur Prolander). De aanwezigheid van ganzen op de relatief kleine plassen lijkt dus een groter (of acuter) knelpunt dan op de grote plassen, hoewel ook daar (op lange termijn) hoogveenontwikkeling wel gewenst is.
- Het is niet te voorspellen hoe de ontwikkeling van de ganzenaantallen de komende decennia zal zijn. Fikenscher (2014) is nog uitgegaan van een stijging van 14% van het aantal ganzendagen naar 2031. De landelijke patronen van de dominante soorten wijzen echter niet op een verdere stijging van de aantallen, deze lijken enigszins af te vlakken (zie Figuur 3.4). Hoewel lastig te voorspellen, zullen de aantallen in de nabije toekomst eerder dalen dan stijgen, omdat de laatste dertig jaar het broedsucces van beide soorten afneemt (Hornman *et al.* 2020). Het lijkt echter onwaarschijnlijk dat de guanotrofie in de nabije toekomst vanzelf zal verdwijnen.
- In Nederland neemt het aantal ganzen in de zomer al jaren significant toe, met name van de grauwe gans (<https://www.sovon.nl/nl/grauwegans>). In de broedtijd leidt dit veelal niet tot hoge dichtheden, maar de ganzen zijn wel langdurig op dezelfde plek aanwezig. In de ruitijd concentreren de ganzen zich wel in gebieden met rust en voldoende voedsel. Gezien de late aantallen waarbij al knelpunten ontstaan, is dit wel een zorgelijke trend bezien vanuit het perspectief van hoogveenherstel. Vooral wanneer ganzen in vennen of hoogvenen broeden en foerageren in aangrenzende landbouwgebieden, zoals Canadese ganzen bij de Brabantse vennen deden. Kleine vennen, die vlakbij landbouwgebieden liggen, waardoor ganzen met hun jongen naar landbouwgebieden kunnen lopen, vormen dan een risico. Grote hoogvenen zonder nabijgelegen opgroeigebieden voor ganzenkuikens lopen weinig risico op guanotrofie in de broedtijd. Hoogvenen zijn over het algemeen niet aantrekkelijk als ruigebieden door het ontbreken van geschikte voedselplanten in de vorm van riet of grazige oevers. Wel kunnen na de ruitijd zomerganzen overdag foerageren in landbouwgebieden en rusten in natuurgebieden, zoals ook op Botshol (Van der Jeugd *et al.* 2006) en het ven de Banen (Brouwer & Van den Broek 2010). In dit laatste gebied leidde dit ook tot een zeer sterke stijging van het beschikbaar fosfaat in het ven in de periode juli-oktober.

4.4 Oplossingsrichtingen

Op de (grote) slaapplaatsen van ganzen is de belasting met nutriënten dermate hoog dat hoogveenvorming onwaarschijnlijk is. Echter, op veel van de slaapplaatsen zou ook zonder de ganzen geen hoogveenvorming mogelijk zijn door andere beperkende factoren: de ganzen concentreren zich vooral op de grotere plassen, waar hoogveenvorming minimaal is door windwerking en fluctuerende waterstanden. Daarom kan met maatwerk binnen de gebieden gestuurd worden op een zonering voor ganzen versus hoogveenontwikkeling:

- Bepaal per deelgebied, plas of compartiment de kans op hoogveenvorming op basis van parameters als waterstanden, windwerking en veendikte. Houdt zo mogelijk rekening met ontwikkelingen of maatregelen in de komende jaren.
- Breng op dezelfde ruimtelijke schaal de actuele ganzenslaapplaatsen nauwkeuriger en gebiedsdekkend in beeld door gericht veldwerk. Denk daarbij ook aan de inzet van technische hulpmiddelen zoals radar of warmtebeeldcamera's.



- Weeg per gebied af of de aanwezigheid van ganzen een knelpunt is de komende jaren of pas op veel langere termijn en vertaal dit in gewenste en ongewenste ganzen-slaapplaatsen, waarbij de laatste waarschijnlijk vooral in de middelgrote en kleinere wateren zullen liggen.
- Maak gebruik van het gedrag van ganzen om ongewenste slaapplaatsen minder aantrekkelijk te maken en gewenste slaapplaatsen (m.n. buiten het gebied) juist aantrekkelijker. Ganzen verkiezen als slaapplaats bij voorkeur een niet te ondiepe, matig grote of grote plas, omdat dit de meeste veiligheid biedt, op niet te grote afstand van hun foerageergebieden. Binnen zo'n grote plas kunnen ze eenvoudig wegzwemmen bij verstoring en hoeven ze niet op te vliegen. Binnen zo'n plas zoeken ze bij wind vaak de luwe kant op, maar ze blijven bij voorkeur uit de buurt van bomen (waar zich predatoren kunnen ophouden). Maar als de ideale slaapplaats niet beschikbaar is, door verstoring of lage waterstanden dan vertrekken ze naar elders. Daarom komen de ganzen soms op minder optimale slaapplaatsen terecht.
- Onaantrekkelijker maken kan met name door het voor predatoren (vooral vos) makkelijker te maken om dicht bij de slaapplaatsen te komen; dat schrikt ganzen af. Dit kan door compartimentering van grote plassen met dammetjes of landtongen, bij voorkeur met wat struweel of berkenbos erop.
- Daarnaast helpt het om de waterstand in de plassen relatief laag te houden, zodat een vos er nog (net) kan lopen (naar schatting max. 2 dm). Vossen kunnen wel zwemmen, maar doen dit liever niet. Dit moet natuurlijk wel passen bij de optimale waterstanden voor veenvorming.
- De ganzen moeten wel ergens naar toe kunnen; dus denk nadrukkelijk ook aan het aantrekkelijker maken van plassen in de randzones, zoals de waterbekkens aan de noordzijde van het Bargerveen en de plassen aan de westzijde van het Fochteloërveen. Het gaat dan om voldoende rust (vooral 's nachts), voldoende waterdiepte en bij minder grote plassen ook niet te veel bos en struweel op de oevers of op eilanden.
- Recreatie kan ook voor verstoring zorgen, maar dit werkt vooral voor ganzen in de ruiperiode en minder goed voor de overwintelaars aangezien de winterslaapplaatsen vooral 's nachts in gebruik zijn. Plassen langs een openbare weg, of andere ook 's nachts toegankelijke plaatsen zijn om die reden minder geschikt.
- Ten slotte zijn ganzen vrij conservatief, ze zullen niet zo snel hun normale slaapplaats verlaten tenzij er verstoring optreedt.



Soortenarme vegetatie met pijpenstrootje, pitrus, waterveenmos, knolrus en veenpluis in het Bargerveen (monsterlocatie B1).



Literatuur

- AERIUS 2020. AERIUS, rekeninstrument voor de leefomgeving, RIVM <https://www.aerius.nl/nl>
- Aggenbach, C.J.S. & M.H. Jalink, 1998. Indicatorsoorten voor verdroging en eutrofiëring van plantengemeenschappen. Deel 4: hoogvenen. SBB, KIWA, IKC & VEWIN, Driebergen.
- Altenburg, W., W. Bijkerk, R. Douwes & N. Straathof, 2017. Neergang en opkomst van het Fochteloërveen: resultaten van 30 jaar hoogveenherstel. *De Levende Natuur* 118(3): 79 - 84
- Arts, G.H.P., 2000. Natuurlijk levensgemeenschappen van de Nederlandsche binnenwateren. Deel 13, Vennen. Achtergronddocument bij het 'Handboek natuurdoeltypen in Nederland' Rapport EC-LNV nr. AS-13, Wageningen.
- Bobbink, R. & J.P. Hettelingh (eds) 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23-25 June 2010. RIVM rapport 680359002, 244p
- Bouman, A.C., 2002. De Nederlandse Veenmossen, flora en verspreidingsatlas van de Nederlandse Sphagnopsida. KNNV-uitgeverij nr 70, Utrecht.
- Bragazza, L., C. Siffi, P. Iacumin & R. Gerdol, 2007. Mass loss and nutrient release during litter decay in peatland: The role of microbial adaptability to litter chemistry. *Soil Biology & biogeochemistry* 39: 257-267.
- Brouwer, E. & T.G.Y. van den Broek, 2010. Ganzen brengen landbouw naar het ven. *De Levende Natuur* 111: 60-62.
- Fikenscher, A.C., 2014. Vermesting door ganzen en zwanen in het Fochteloërveen. Tauw bv. (Kenmerk R001-1220875AFI-kmi-V01-NL): 85.
- Hahn, S., S. Bauer & M. Klaassen, 2008. Quantification of allochthonous nutrient input into freshwater bodies by herbivorous waterbirds. *Freshwater Biology* 53(1): 181-193.
- Hornman M., F. Hustings, K. Koffijberg, E. van Winden, P. Van Els, R. Kleefstra, Sovon Ganzen- en Zwanenwerkgroep & L. Soldaat, 2020. Watervogels in Nederland in 2017/2018. Sovon rapport 2020/01. RWS-rapport BM 19.18. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Jaarsma, N., M. Klinge & L. Lamers, 2008. Van helder naar troebel... en weer terug. Een ecologische systeemanalyse en diagnose van ondiepe meren en plassen voor de Kader Richtlijn Water. Stowarapport 2008-4, Utrecht.
- Jansen, A.J.M., G.A. van Duinen, H.B.M. Tomassen & N.A.C. Smits, 2014. Herstelstrategie H7120: Herstellende hoogvenen. <https://www.natura2000.nl/sites/default/files/PAS/-Herstelstrategieen/Deel%20II-1/H7120.pdf>
- Jansen, A. & A. Grootjans (red.), 2019. Hoogvenen. Landschapsecologie, behoud, beheer en herstel. Uitgeverij Noordboek natuur, Gorredijk.
- Limpens, J., F. Berendse & H. Klees (2004) How phosphorus availability affects the impact of nitrogen deposition on *Sphagnum* and vascular plants in bogs. *Ecosystems* 7: 793-804.
- PBL, 2019. Compendium voor de Leefomgeving: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1438-kwaliteit-oppevlaktewater-krw>
- Prolander, 2016. Beheerplan Fochteloërveen - Op weg naar een levend hoogveen. Rapport Prolander, Assen.
- Siebel, H. en Duing, H.J., 2006. Beknopte mosflora van Nederland en België. KNNV-uitgeverij, Utrecht.
- Tomassen, H.B.M., A.J.P. Smolders, J. Limpens, G.J. van Duinen, S. van der Schaaf, J.G.M. Roelofs, F. Berendse, H. Esselink & G. van Wirdum (2003) Onderzoek ten behoeve van



- herstel en beheer van Nederlandse hoogveen. Eindrapportage 1998-2001. Rapport EC-LNV nr. 2003/139. Expertisecentrum LNV Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Ede. 186 p.
- Tomassen, H.B.M. A.J.P. Smolders, L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs (2005) How bird droppings can affect the vegetation composition of ombrotrophic bogs. *Canadian Journal of Botany* 83: 1046-1056.
- Tomassen, H. & A. Smolders, 2020. Onderzoek naar de (grond)waterkwaliteit in het Bargeveen. Rapportnummer RP-18.087.20.100, Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen, in voorbereiding.
- Tomassen, H., J. Limpens, J. Nijp, J. von Asmuth, G.-J. van Duinen & F. Smolders, 2020. Stimuleren van acrotelmontwikkeling in hoogveenrestanten, tussentijds voortgangsverslag 2019. Rapportnummer RP-17.030.20.19/ RP-17.052.20.20, Onderzoekcentrum B-WARE, Wageningen University & Research, KWR en Stichting Bargerveen, in opdracht van de provincie Noord-Brabant en de VBNE.
- Van Dam, H., A. Mertens & J. Sinkeldam, 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Aquatic ecology* 28(1):117-133 DOI: 10.1007/BF02334251
- van der Jeugd H.P., Voslamber B, van Turnhout C., Sierdsema, H., Feige, N., Nienhuis, J. & Koffijberg, K. 2006. Overzomerende ganzen in Nederland: grenzen aan de groei? Sovon-onderzoeksrapport 2006/02. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Van der Meijden, R., 2005. Heukels' Flora van Nederland. 23^{ste} druk. Nationaal Herbarium Nederland, Universiteit Leiden.
- Van der Molen, D.T., R. Pot, C.H.M. Evers, R. Buskens, F.C.J. van Herpen (red.), 2013. Referenties en Maatlatten voor overige wateren (geen KRW-Waterlichamen). STOWArapport 2013-14, Amersfoort.
- Van Guldener, A., J. Hofman, B. Roelevink, A.J. Rossenaar & D. Logeman, 2017. Natura 2000-beheerplan Bargerveen (33). Uniek en grenzeloos hoogveen. Provincie Drenthe, Assen.



Bijlage I Seizoensgemiddelde ganzen per monsterlocatie

In deze bijlage zijn de seizoensgemiddelde aantallen ganzen per monsterlocatie opgenomen. Voor de ligging van de monsterlocaties zie Figuur 2.1 en Figuur 2.2.

Tabel IV.1 Seizoensgemiddelde van de toendrarietgans per monsterlocatie in het Fochteloërveen. Omdat niet alle ganzen op de monsterlocaties zitten, is het totaal hoger dan de som.

	2011- 2012	2012- 2013	2013- 2014	2014- 2015	2015- 2016	2016- 2017	2017- 2018	2018- 2019	2019- 2020
F1	222	217	289	250	242	142	295	208	176
F2	1482	1445	1927	1668	1611	946	1967	1384	1170
F3	222	217	289	250	242	142	295	208	176
F4	593	578	771	667	644	378	787	553	468
F5	74	72	96	83	81	47	98	69	59
F6	1482	1445	1927	1668	1611	946	1967	1384	1170
Totaal	7408	7225	9635	8342	8053	4728	9833	6918	5850

Tabel IV.2 Seizoensgemiddelde van de kolgans per monsterlocatie in het Fochteloërveen. Omdat niet alle ganzen op de monsterlocaties zitten, is het totaal hoger dan de som.

	2011- 2012	2012- 2013	2013- 2014	2014- 2015	2015- 2016	2016- 2017	2017- 2018	2018- 2019	2019- 2020
F1	134	155	235	159	330	204	138	128	100
F2	896	1036	1565	1057	2198	1362	919	853	669
F3	134	155	235	159	330	204	138	128	100
F4	358	414	626	423	879	545	367	341	268
F5	45	52	78	53	110	68	46	43	33
F6	896	1036	1565	1057	2198	1362	919	853	669
Totaal	4478	5180	7825	5283	10988	6808	4593	4267	3347

Tabel IV.3 Seizoensgemiddelde van de toendrarietgans per monsterlocatie in het Bargerveen. Omdat niet alle ganzen op de monsterlocaties zitten, is het totaal hoger dan de som.

	2011- 2012	2012- 2013	2013- 2014	2014- 2015	2015- 2016	2016- 2017	2017- 2018	2018- 2019	2019- 2020
B1	1508	1375	4990	4191	4304	2512	6002	11649	7280
B2									
B3	4002	18853	10241	6551	6832	6698	15168	12513	7140
B4								4515	2730
B5	2001	1740	2566	2114	1022	418	2212	8400	1512
B6									
Totaal	14355	43718	18978	18679	22645	16886	35123	35149	27115



Tabel IV.4 *Seizoengemiddelde van de kolgans per monsterlocatie in het Bargerveen. Omdat niet alle ganzen op de monsterlocaties zitten, is het totaal hoger dan de som.*

	2011- 2012	2012- 2013	2013- 2014	2014- 2015	2015- 2016	2016- 2017	2017- 2018	2018- 2019	2019- 2020
B1	225	205	2140	1796	1845	1076	2572	4992	3120
B2									
B3	598	2817	4390	2807	2928	2870	6500	5362	3060
B4								1935	1170
B5	299	260	1100	906	438	179	948	3600	648
B6									
Totaal	1344	6532	8138	8005	9705	7237	15053	15064	11621



Bijlage II Chemische meetresultaten

Chemische samenstelling van het oppervlaktewater en poriewater in de oever- en waterbodembodem op locatie B1 t/m B6 en F1 t/m F6. Concentraties zijn gegeven in $\mu\text{mol/l}$, met uitzondering van de pH, alkaliniteit (in $\mu\text{eq/l}$), EGV (in $\mu\text{S/cm}$), extinctie bij 450 nm (E_{450}) en turbiditeit (in NTU) en de ijzer/fosfor ratio (Fe/P in mol/mol).

Datum	Locatie	Canalen	Type	pH	Alk $\mu\text{eq/l}$	EGV $\mu\text{S/cm}$	E_{450}	Turb. NTU	CO_2 $\mu\text{mol/l}$	HCO_3 $\mu\text{mol/l}$	NO_3 $\mu\text{mol/l}$	NH_4 $\mu\text{mol/l}$	TN $\mu\text{mol/l}$	PO_4 $\mu\text{mol/l}$	TP $\mu\text{mol/l}$	K $\mu\text{mol/l}$	Al $\mu\text{mol/l}$	Ca $\mu\text{mol/l}$	Cl $\mu\text{mol/l}$	Fe $\mu\text{mol/l}$	Mg $\mu\text{mol/l}$	P $\mu\text{mol/l}$	S $\mu\text{mol/l}$	Si $\mu\text{mol/l}$	Fe/P mol/mol		
Bargerveen																											
6-5-2020	B1	weinig	OW	4,09	0	97	0,248	25	27	0	7,6	45,9	354	13,7	16,2	50	7,6	20	315	7,3	51	19,1	25	3	0,4		
6-5-2020			PW oever	3,96		135	0,192		938	4	2,6	148,1		38,4		52	18,1	42	410	36,2	60	41,5	45	59	0,9		
6-5-2020			PW water	4,16		141	0,308		1177	7	3,9	406,7		42,3		49	20,7	36	421	34,1	60	43,5	48	135	0,8		
6-5-2020	B2	geen	OW	3,97	0	116	0,216	17	41	0	2,3	2,7	202	0,1	1,5	14	11,5	28	349	10,0	105	1,6	47	3	6,3		
6-5-2020			PW oever	3,83		189	0,049		75	0	1,1	1,1		1,3		25	2,7	61	726	3,8	183	0,5	74	10	7,4		
6-5-2020			PW water	3,95		144	0,244		222	1	4,3	151,2		17,0		34	15,9	59	513	22,5	119	15,0	51	149	1,5		
6-5-2020	B3	veel	OW	3,90	0	149	0,409	280	434	1	4,7	6,0	562	19,7	28,6	92	26,1	50	465	17,9	132	37,6	39	14	0,5		
6-5-2020			PW oever	4,06		109	0,174		1227	6	2,1	21,1		38,9		33	17,3	49	270	7,6	99	40,7	67	130	0,2		
6-5-2020			PW water	4,33		147	0,256		915	8	3,1	211,5		38,6		69	17,1	56	463	26,1	107	41,4	56	151	0,6		
6-5-2020	B4	weinig	OW	4,11	0	95	0,211	13	119	1	12,6	30,6	226	5,2	6,9	32	10,6	33	276	7,0	73	7,6	40	2	0,9		
6-5-2020			PW oever	4,00		137	0,184		735	3	2,7	251,6		61,4		39	15,2	41	351	21,6	63	64,5	50	130	0,3		
6-5-2020			PW water	4,26		112	0,150		429	3	2,4	253,3		30,2		31	9,5	36	344	14,7	49	30,8	36	82	0,5		
6-5-2020	B5	veel	OW	4,19	0	86	0,163	13	39	0	1,9	2,7	173	61,7	63,4	56	6,9	45	304	7,4	54	62,0	27	5	0,1		
6-5-2020			PW oever	4,42		116	0,078		813	9	1,6	303,1		119,6		65	9,1	59	303	18,9	57	128,8	37	179	0,1		
6-5-2020			PW water	4,58		110	0,256		672	11	3,8	384,1		116,0		55	10,1	33	285	13,5	39	115,5	37	226	0,1		
6-5-2020	B6	geen	OW	4,24	0	60	0,137	37	195	1	2,5	5,8	175	0,7	1,6	11	6,6	27	201	11,4	39	4,4	22	2	2,6		
6-5-2020			PW oever	4,21		66	0,040		830	6	1,0	4,5		1,7		34	3,5	22	211	6,8	26	0,7	18	16	9,4		
6-5-2020			PW water	4,57		80	0,224		612	9	2,3	112,0		3,7		9	23,1	115	213	29,4	52	4,6	50	105	6,3		
Fochteloeerveen																											
7-5-2020	F1	weinig	OW	4,84	81	73	0,227	22	57	2	14,9	10,0	182	1,1	1,0	25	17,8	31	280	36,4	39	1,3	35	8	27,9		
7-5-2020			PW oever	4,49		86	0,165		671	9	3,3	43,9		13,6		38	22,5	51	325	75,6	44	18,0	33	33	4,2		
7-5-2020			PW water	4,83		64	0,132		221	6	2,4	46,4		3,6		25	19,2	31	273	42,5	26	4,1	22	29	10,5		
7-5-2020	F2	veel	OW	5,45	115	68	0,133	32	36	4	2,7	2,7	109	1,0	2,1	16	7,1	18	286	10,7	38	0,9	23	7	11,7		
7-5-2020			PW oever	4,20		89	0,082		630	4	1,2	44,1		16,9		29	7,8	28	329	24,6	32	19,7	24	17	1,3		
7-5-2020			PW water	4,33		106	0,607		546	5	9,1	237,7		17,1		38	29,3	34	314	30,6	40	16,3	36	126	1,9		
7-5-2020	F3	weinig	OW	4,25	6	75	0,126	19	50	0	2,5	2,4	109	1,5	3,5	19	8,2	26	306	9,8	42	1,5	29	11	6,5		
7-5-2020			PW oever	4,32		82	0,098		903	8	1,8	28,7		13,2		36	11,2	52	282	28,3	39	15,3	28	57	1,8		
7-5-2020			PW water	4,52		73	0,177		594	8	3,1	38,6		13,9		21	12,2	35	290	29,4	41	13,5	21	56	2,2		
7-5-2020	F4	veel	OW	4,24	3	85	0,233	22	46	0	4,5	21,5	217	1,1	2,3	8	13,2	26	315	17,3	64	1,3	39	2	13,2		
7-5-2020			PW oever	4,36		100	0,108		772	7	1,7	25,9		11,5		31	11,7	73	389	44,8	76	13,8	35	24	3,2		
7-5-2020			PW water	4,40		105	0,361		344	4	4,4	124,2		15,7		29	31,8	52	337	42,5	73	17,6	48	39	2,4		
7-5-2020	F5	weinig	OW	4,26	8	73	0,123	13	16	0	3,8	3,4	129	0,0	0,8	4	5,5	20	305	11,9	50	0,7	20	3	17,5		
7-5-2020			PW oever	4,49		77	0,067		340	4	1,4	40,4		8,1		9	4,3	32	321	15,0	41	8,8	22	11	1,7		
7-5-2020			PW water	4,74		94	0,191		918	21	2,8	182,8		13,1		24	11,6	27	358	20,6	37	14,2	27	104	1,5		
7-5-2020	F6	veel	OW	4,70	41	84	0,076	15	51	1	42,6	4,6	128	12,9	15,9	77	14,1	43	326	4,1	65	16,2	68	11	0,3		
7-5-2020			PW oever	4,85		81	0,037		380	11	1,1	52,3		32,4		65	6,9	62	259	24,1	57	38,5	29	21	0,6		
7-5-2020			PW water	5,58		94	0,043		193	31	1,8	87,4		28,5		101	13,1	35	376	11,7	47	30,7	29	20	0,4		



Chemische samenstelling van de vaste fractie van de oever- en waterbodem op locatie B1 t/m B6 en F1 t/m F6. Concentraties zijn gegeven in mmol/l verse bodem, met uitzondering vocht (%), organische stof (%), soortelijke massa (g DW per l verse bodem), soortelijke massa (g DW per l verse bodem), koolstof en stikstof (% gewichtsbasis), kalium ($\mu\text{mol/l}$ bodem), C/N-ratio, C/P-ratio en N/P-ratio (mol/mol).

Datum	Locatie	Genzen	Type	Diepte cm-mv	Vocht %	Org. Stof %	Soortelijke massa g DW/l bodem	C	N	Al	Ca	Fe	K	Mg	P	S	Si	C/N-ratio	C/P-ratio	N/P-ratio	
								%	%	mmol/l	mmol/l	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mol/mol	mol/mol	mol/mol	
Bargerveen																					
6-5-2020	B1	weinig	oever	0-10	91,8	93,4	107	48,1	2,0	153	5,4	3,3	3,7	2,6	2,3	9,9	1,5	28	1855	233	
6-5-2020			waterbodem	0-10	84,7	85,8	180	39,3	1,0	130	8,8	6,2	6,5	6,68	5,9	1,4	11,2	1,7	45	4316	243
6-5-2020	B2	geen	oever	0-10	85,0	96,6	140	52,1	1,0	104	1,9	6,4	1,5	4,9	8,8	0,8	10,0	0,3	58	7921	204
6-5-2020			waterbodem	0-10	70,3	49,2	389	33,9	0,7	206	15,7	12,2	7,0	0	13,0	1,4	18,3	2,8	53	8105	304
6-5-2020	B3	veel	oever	0-10	87,3	93,6	150	48,1	2,1	224	9,4	7,1	4,6	3,17	7,4	2,8	16,0	1,9	27	2130	462
6-5-2020			waterbodem	0-10	92,0	92,7	87	48,1	2,2	134	5,4	4,1	4,0	889	4,1	2,0	9,3	1,1	26	1743	111
6-5-2020	B4	weinig	oever	0-10	81,7	95,0	203	49,5	1,5	219	10,5	6,5	4,6	95	5,8	1,7	17,1	2,1	38	4964	463
6-5-2020			waterbodem	0-10	81,9	96,1	206	50,8	1,3	186	9,8	8,4	5,2	17	7,6	1,3	16,4	2,0	47	6501	433
6-5-2020	B5	veel	oever	0-10	91,7	89,1	106	44,9	1,9	141	5,6	6,1	3,8	505	3,2	2,1	9,4	1,2	28	1914	397
6-5-2020			waterbodem	0-10	88,6	93,9	146	48,4	1,3	133	7,1	8,6	5,1	368	6,6	1,2	12,0	1,2	44	4842	244
6-5-2020	B6	geen	oever	0-10	95,6	98,4	47	44,5	0,7	22	0,9	1,5	1,7	781	1,4	0,6	1,4	0,4	79	2853	23
6-5-2020			waterbodem	0-10	92,1	94,4	90	47,5	1,2	74	5,1	11,8	3,7	0	2,8	0,8	9,6	0,7	48	4671	329
Fochteloërveen																					
7-5-2020	F1	weinig	oever	0-10	94,8	95,0	64	44,9	1,8	83	5,6	2,4	6,1	698	1,6	2,0	6,0	0,6	29	1159	243
7-5-2020			waterbodem	0-10	68,3	23,1	409	15,6	0,5	149	53,2	9,0	63,6	338	4,0	1,7	12,8	2,9	36	3175	262
7-5-2020	F2	veel	oever	0-10	90,3	92,1	119	49,6	1,9	165	7,5	3,0	4,3	71	1,7	1,8	9,6	1,0	30	2800	615
7-5-2020			waterbodem	0-10	87,8	94,1	133	47,8	1,2	113	11,8	7,5	14,5	339	6,3	1,0	10,7	0,9	47	5095	129
7-5-2020	F3	weinig	oever	0-10	94,0	94,9	72	46,5	1,9	96	4,7	6,6	2,7	388	1,5	2,0	7,0	0,7	29	1403	270
7-5-2020			waterbodem	0-10	87,3	85,0	150	44,7	1,3	143	13,5	8,5	11,8	150	4,6	1,5	19,1	1,1	39	3839	327
7-5-2020	F4	veel	oever	0-10	90,8	92,3	107	46,9	2,2	168	7,5	5,1	5,6	461	2,8	2,4	13,6	1,2	25	1774	410
7-5-2020			waterbodem	0-10	87,3	85,0	141	44,0	1,7	168	12,4	7,4	9,8	251	4,9	1,7	15,9	1,4	31	3084	309
7-5-2020	F5	weinig	oever	0-10	93,4	94,5	77	47,2	2,3	124	3,2	2,1	2,4	278	1,7	1,8	7,3	0,7	24	1723	507
7-5-2020			waterbodem	0-10	90,2	86,2	115	46,7	1,8	143	8,7	5,1	5,6	213	4,4	1,3	9,8	1,1	31	3342	238
7-5-2020	F6	veel	oever	0-10	92,7	91,4	77	46,3	2,3	124	7,1	4,1	3,5	701	2,5	4,1	9,3	0,7	24	722	449
7-5-2020			waterbodem	0-10	40,1	5,4	1059	1,2	0,1	38	37,4	0,8	8,2	206	4,4	2,6	5,0	8,1	27	394	118



Bijlage III Aangetroffen soorten diatomeeën

Aangetroffen soorten met ecologische indicatorwaarden (Van Dam *et al.* 1994))

TWN naam	EG	R	N	O	S	T
<i>Achnantheidium</i>	O					
<i>Diatoma moniliformis</i>	O	5	0	0	0	5
<i>Eunotia</i>	O					
<i>Eunotia bilunaris</i>	T	6	2	2	2	7
<i>Eunotia botuliformis</i>	O	2	1	0	0	0
<i>Eunotia exigua</i> [1]	X	1	2	2	3	7
<i>Eunotia genuiflexa</i>	O	2	0	0	0	0
<i>Eunotia incisa</i>	T	2	1	1	1	1
<i>Eunotia juettnerae</i>	O					
<i>Eunotia neocompacta</i> var. <i>vixcompacta</i>	D	2	1	1	1	1
<i>Eunotia paludosa</i>	T	1	1	1	1	1
<i>Eunotia rhomboidea</i>	T	2	1	1	1	1
<i>Frustulia crassinervia</i>	T	1	1	1	1	1
<i>Frustulia saxonica</i>	T	1	1	1	1	1
<i>Gomphonema</i>	O					
<i>Gomphonema olivaceum</i>	S	5	2	2	2	5
<i>Navicula difficillima</i>	D	2	0	1	0	2
<i>Navicula slesvicensis</i>	S	4	2	2	2	5
<i>Nitzschia</i>	O					
<i>Nitzschia palea</i>	S	3	4	4	5	6
<i>Nitzschia paleacea</i>	S	4	4	3	3	5
<i>Nitzschia paleaeformis</i>	S	1	3	3	3	7
<i>Oxyneis binalis</i>	D	1	1	1	1	1
<i>Pinnularia acidophila</i>	O	1	0	0	0	0
<i>Pinnularia anglica</i>	T	3	1	1	1	2
<i>Pinnularia irrorata</i>	O					
<i>Pinnularia schroeterae</i>	T	1	1	1	2	7
<i>Pinnularia subcapitata</i> [1]	T	2	2	3	2	2
<i>Staurosira venter</i>	E	4	2	1	2	4
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i>	S	4	2	3	3	5



Toelichting Van Dam indices

Zuurgraad (R)		
1	Acidobiont	Optimum bij pH < 5,5
2	Acidofiel	Voornamelijk bij pH < 7,0
3	Circumneutraal	Voornamelijk bij pH ~ 7,0
4	Alkalifiel	Voornamelijk bij pH > 7,0
5	Alkalibiont	Uitsluitend bij pH > 7,0
6	Indifferent	Geen duidelijk pH optimum
Stikstof (N)		
1	Stikstofautotroof, lage tolerantie	Soorten leggen zelf stikstof vast. Ze komen voor in milieus met zeer geringe hoeveelheden organisch gebonden stikstof
2	Stikstofautotroof, hogere tolerantie	Soorten leggen zelf stikstof vast. Ze zijn tolerant tegen verhoogde concentraties organisch gebonden stikstof
3	Facultatief stikstofheterotroof	Soorten hebben periodiek externe bronnen van stikstof nodig. Ze leven in milieus met periodiek verhoogde concentraties organisch gebonden stikstof
4	Obligaat stikstofheterotroof	Soorten zijn afhankelijk van externe bronnen van stikstof. Ze leven in milieus met constant hoge concentraties organisch gebonden stikstof
Zuurstof (O)		
1	Steeds hoog (100%)	zuurstofverzadiging voortdurend hoog (ca. 100% verzadiging)
2	Redelijk hoog (> 75%)	zuurstofverzadiging vrij hoog (>75% verzadiging)
3	Middelmatig (> 50%)	zuurstofverzadiging matig (>50% verzadiging)
4	Laag (> 30%)	zuurstofverzadiging laag (>30% verzadiging)
5	Zeer laag (~ 10%)	zuurstofverzadiging zeer laag (ca. 10% verzadiging)
Saprobie (S)		
1	Oligosaproob	Schoon, niet organisch belast (O ₂ -verzadiging >85%; BOD ₅ ²⁰ <2 mg/l)
2	β-Mesosaproob	Schoon, zeer zwak organisch belast (O ₂ -verzadiging 70-85%; BOD ₅ ²⁰ 2-4 mg/l)
3	α-Mesosaproob	Redelijk schoon, organisch belast (O ₂ -verzadiging 25-70%; BOD ₅ ²⁰ 4-13 mg/l)
4	α-Meso-polysaproob	Organisch belast. Zuurstofverbruik > productie (O ₂ -verzadiging 10-25%; BOD ₅ ²⁰ 13-22 mg/l)
5	Polysaproob	Zwaar organisch belast. Zuurstofverbruik zeer hoog. Periodieke zuurstofloosheid (O ₂ -verzadiging ca. 10%; BOD ₅ ²⁰ >22 mg/l)
Trofie (T)		
1	Oligotrafent	Soorten alleen voorkomend in voedselarm water
2	Oligo-mesotrafent	Soorten meestal voorkomend in voedselarm water
3	Mesotrafent	Soorten voorkomend in matig voedselarm water
4	Meso-eutrafent	Soorten voorkomend in matig voedselrijk water
5	Eutrafent	Soorten voorkomend in voedselrijk water
6	Hypereutrafent	Soorten voorkomend in zeer voedselrijk water
7	Indifferent	indifferent



D	Doelsoorten	doelsoorten uit laag-alkaliene wateren. Soorten komen vooral voor in (zeer) zwak gebufferde wateren
T	Triviale soorten van zure wateren	Soorten zonder specifieke indicatorwaarde
X	<i>Eunotia exigua</i>	Verzuringsindicator
A	<i>Achnanthes minutissima</i>	Algemene zoetwaterdiatomee. Komt algemeen voor maar niet in sterk verzuurde en vervuilde zuurstofarme wateren
E	Soorten van eutrofe wateren	Algemene soorten van eutrofe wateren
S	Storingssoorten	Algemene soorten van organisch verontreinigde, vaak zuurstofarme wateren. <i>Nitzschia paleaformis</i> is een storingssoort specifiek voor door vogels verontreinigde zure vennen.



Bijlage IV Vegetatie opnamen

Vegetatieopnamen Fochteloërveen

Maand (in 2020)		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Dag		29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
X-coördinaat		223234	223242	221841	221847	221847	221722	221238	221236	221235	220610	227144	227125	
Y-coördinaat		555792	555805	556912	556912	556911	556791	558204	558195	558193	558585	558466	558463	
Lengte proefvlak (m)		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Breedte proefvlak (m)		5	2	2	5	2	5	2	5	2	5	5	2	
Bedekking totaal (%)		80	99	95	60	90	20	90	90	99	95	40	99	
Bedekking kruidlaag (%)		0	65	75	0	70	10	85	20	40	5	30	99	
Bedekking moslaag (%)		80	70	50	60	35	10	10	90	80	95	20	0	
Bedekking algenlaag (%)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Loc_code		F1	F1	F2	F2	F3	F3	F4	F4	F5	F5	F6	F6	
Wat_oev		water	oever	oever	water	oever	water	oever	water	oever	water	water	oever	
<i>Wetenschappelijke naam</i>														<i>Nederlandse naam</i>
<i>Molinia caerulea</i>		r	3	3				2a		3	2a			Pijpenstrootje
<i>Sphagnum cuspidatum</i>		5	4	3	4		2a	2b	5	3	5	2b		Waterveenmos
<i>Betula pubescens</i>	kl		r	r			r							Zachte berk
<i>Juncus effusus</i>			2b	3		4		5	+	+		2a	5	Pitrus
<i>Sphagnum fimbriatum</i>			2b	2a		3		2m						Gewimperd veenmos
<i>Dryopteris carthusiana</i>				1				1		+				Smalle stekelvaren
<i>Peucedanum palustre</i>				1		+		+						Melkeppe
<i>Plagiothecium laetum curvifolium</i>				1										Geklauwd platmos
<i>Warnstorfia fluitans</i>					2a									Vensikkelmos
<i>Agrostis stolonifera</i>						1	2a	2a	2b	+	+	+	r	Fioringras
<i>Alnus glutinosa</i>	kl					r								Zwarte els
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>						+						2a	2m	Gewone waternavel
<i>Lysimachia thyrsoiflora</i>					1							2m	+	Moeraswederik
<i>Betula pendula</i>								r						Ruwe berk
<i>Eleocharis multicaulis</i>								+	2m			2m		Veelstengelige waterbies
<i>Salix cinerea</i>								r						Grauwe en Rossige wilg
<i>Juncus bulbosus</i> s.l.									+		r			Knolrus
<i>Aulacomnium palustre</i>										2m				Roodviltmos
<i>Polytrichum spec.</i>										1				Haarmos (G)
<i>Pseudoscleropodium purum</i>										1				Groot laddermos
<i>Sphagnum fallax</i>				2m						4				Fraai veenmos
<i>Betula spec.</i>	kl									+				Berk (G)
<i>Carex rostrata</i>												1		Snavelzegge
<i>Typha latifolia</i>												2b	+	Grote lisdodde
<i>Alnus glutinosa</i>	s1												r	Zwarte els
<i>Calamagrostis canescens</i>													1	Hennegras
<i>Salix aurita</i>	s1												r	Geoorde wilg



Vegetatieopnamen Bargerveen

Maand (in 2020)		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Dag		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
X-coördinaat (x 1000)		267160	267142	267159	267045	266937	266940	266919	266816	266161	266146	267095	267099		
Y-coördinaat (x 1000)		521516	521504	521514	521531	522123	522124	522131	521900	524582	524587	523525	523539		
Lengte proefvlak (m)		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Breedte proefvlak (m)		2	5	5	2	5	4	2	2	2	5	5	2		
Bedekking totaal (%)		95	95	20	95	70	80	90	40	99	90	70	80		
Bedekking kruidlaag (%)		90	5	5	95	60	70	50	2	30	10	20	70		
Bedekking moslaag (%)		7	95	20	0	10	20	60	40	95	90	60	20		
Bedekking algenlaag (%)		5	5	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0		
Loc_code		B1	B1	B2	B2	B3	B3	B4	B4	B6	B6	B5	B5		
Wat_oev		oever	water	water	oever	water	oever	oever	water	oever	water	water	oever		
<i>Wetenschappelijke naam</i>															<i>Nederlandse naam</i>
<i>Molinia caerulea</i>		4	r	+	4			3		2a					Pijpenstrootje
<i>Sphagnum cuspidatum</i>		2a	5	2b	2b		2a	4	3		5	4	2b		Waterveenmos
<i>Juncus effusus</i>		3	1	1	2m	3	4	1		3		2b	4		Pitrus
<i>Sphagnum fimbriatum</i>								2a							Gewimperd veenmos
<i>Dryopteris carthusiana</i>					+			+							Smalle stekelvaren
<i>Peucedanum palustre</i>														+	Melkeppe
<i>Warnstorfia fluitans</i>					2b		2b	2a				2m			Vensikkelmos
<i>Agrostis stolonifera</i>												+	2a		Fioringras
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>										1	+	2m	2a		Gewone waternavel
<i>Juncus bulbosus</i> s.l.			2m	2a		2b	2b		+						Knolrus
<i>Sphagnum fallax</i>										4					Fraai veenmos
<i>Betula spec.</i>	kl	1			2a		1	+							Berk (G)
<i>Typha latifolia</i>														+	Grote lisdodde
<i>Alnus glutinosa</i>	s1														Zwarte els
<i>Salix aurita</i>	s1														Geoorde wilg
<i>Eriophorum angustifolium</i>		+	+	+	r		2m			2a	2m				Veenpluis
<i>Calluna vulgaris</i>					r										Struikhei
<i>Sorbus aucuparia</i>					r										Wilde lijsterbes
<i>Campylopus fragilis</i>					2m		2m								Bossig kronkelsteeltje
<i>Ditrichum spec.</i>					1										Smaltandmos (G)
<i>Calypogeia muelleriana</i>					1										Gaaf buidelmos
<i>Rubus spec.</i>					r										Braam (G)
<i>Carex curta</i>						1	+	+		+					Zompzegge
<i>Eriophorum vaginatum</i>						+	+	+							Eenarig wollegras
<i>Bidens spec.</i>							1								Tandzaad (G)
<i>Agrostis canina</i>								2b	2m	2a	2a	+	2m		Moerasstruisgras
<i>Drosera rotundifolia</i>										2m					Ronde zonnedauw
<i>Polytrichum juniperinum</i> v. affine										2b					Veenhaarmos
<i>Sphagnum palustre</i>										2a					Gewoon veenmos
<i>Salix aurita</i>														r	Geoorde wilg



Bijlage V Macrofaunagegevens

	F1	F2	F3	F4	F5	B1	B2	B4	B5	B6	KRW	Arts2000
Amfibieën												
Lissotriton vulgaris	1											
Borstelwormen (Oligochaeta)												
Enchytraeidae		7	7		2	37		5		1		
Lumbriculus variegatus	6	1			1				38		N	
Naididae						3				1		
Nais communis					1							
Pristina						16	1					
Dansmuggen (Chironomidae)												
Ablabesmyia	7	3	1	4	10		5	1	5			
Ablabesmyia monilis	7	10		6	6							
Ablabesmyia monilis/longistyla			11	3								
Ablabesmyia phatta	27	61	1	2	32						P	
Chironomus	1				3						N	
Chironomus riparius agg.	22										N	
Corynoneura scutellata agg.		1	5	1	6	1		1				
Endochironomus				3								
Endochironomus dispar gr.				1							N	
Endochironomus tendens	1	4	51	1			1		2	1		
Limnophyes						2		1				
Monopelopia tenuicalcar										7		
Parachironomus arcuatus gr.				1								
Paralimnophyes longiseta						6						
Paratendipes nudisquama												1
Pentaneurini	1								1			
Polypedilum		1	1									
Polypedilum cultellatum				1	1							
Polypedilum sordens		2	10		1							
Polypedilum uncinatum agg.	1		1		3				20			
Procladius	8	9	8	4	3		29					
Procladius (Holotanypus)				1	1							
Psectrocladius							7	15	53	6		
Psectrocladius (Allopsectrocladius)	2	6										
Psectrocladius platypus								2				
Psectrocladius psilopterus [1]									2			
Psectrocladius psilopterus gr.	17		11	14	6							
Sergentia	1											
Tanypodinae				1								
Tanytarsus										1		
Tanytarsus eminulus gr.				7	2							
Tribelos intextum		3	8				1					
Haften (Ephemeroptera)												
Leptophlebia vespertina	53	50	33	5	50	1		2	7	3	K	



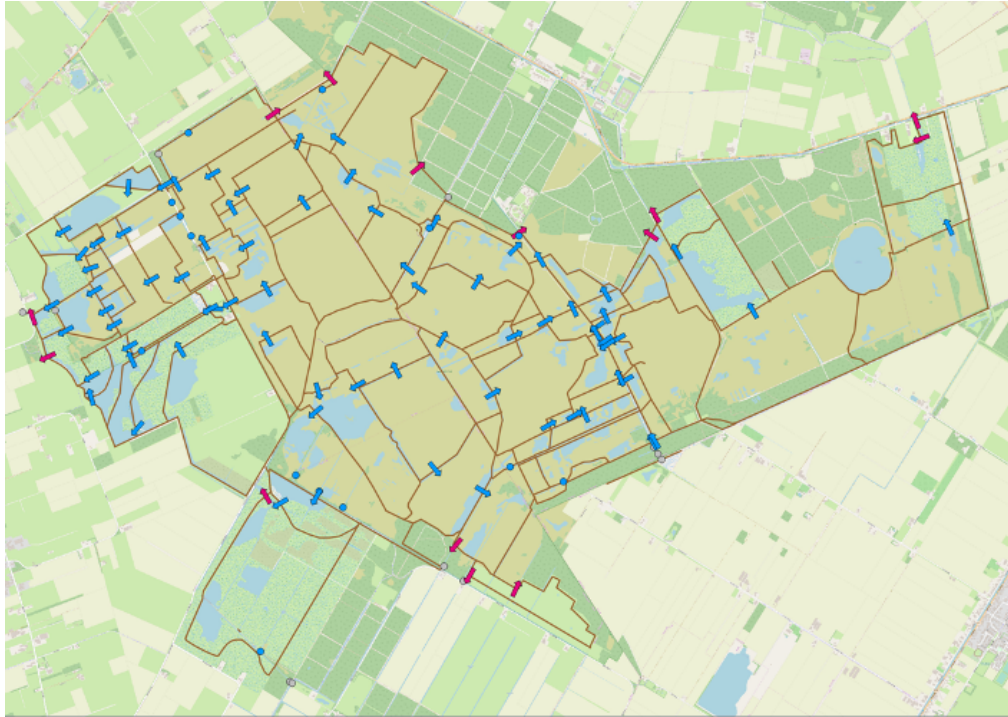
	F1	F2	F3	F4	F5	B1	B2	B4	B5	B6	KRW	Arts2000
☐ Kokerjuffers (Trichoptera)												
Agrypnia obsoleta							1				K	1
Ecnomus tenellus	6	8					3				K	
Holocentropus dubius	47	9					1				K	
Limnephilidae	2	1	3									
Limnephilus		1										
Limnephilus decipiens		2										
Limnephilus marmoratus		4										
Limnephilus politus		1	2	1			1					
Limnephilus stigma		2	1									
Oecetis furva					1							
Phryganea bipunctata			1									
☐ Libellen (Odonata)												
Ceriagrion tenellum	1	6	2							4	K	1
Chalcolestes viridis									1			
Coenagrionidae		20					1					
Cordulia aenea									1			
Enallagma cyathigerum	11	2					7					1
Leucorrhinia										2		
Libellula quadrimaculata		1				2			1			
Libellulidae					1							
Orthetrum cancellatum				1								
☐ Mijten (Acari)												
Arrenurus bicuspidator	3										K	
Arrenurus cuspidator	1	1										
Arrenurus leuckarti			1								K	1
Arrenurus neumani	18	16	17	1							K	
Arrenurus robustus	9	3	1						1		K	
Arrenurus stecki										1	K	1
Hydrodroma despiciens	9	3	1	1							P	
Oxus nodigerus	1											1
☐ Overige muggen en vliegen (Diptera-overig)												
Ceratopogonidae	10	17	2	13	209	220	19	143	206	127		
Chaoborus		1					1					
Chaoborus crystallinus		1									N	
Chrysops	1						1		1			
Phalacrocerca replicata						2				2		1
Tabanidae										1		
Tipula					1							
Tipulidae								1		5		
☐ Slijkvliegen (Megaloptera)												
Sialis lutaria	1	4	1				40	1				
☐ Waterspinnen (Aranea)												
Argyroneta aquatica	9	4	1		6	9	6	3		21		



	F1	F2	F3	F4	F5	B1	B2	B4	B5	B6	KRW	Arts2000
Waterkevers (Coleoptera)												
Acilius canaliculatus		1			1							
Acilius sulcatus	1	2		1	1							
Agabus bipustulatus						2			1		K	1
Agabus sturmii									1			
Berosus luridus							1	5	1		P	
Colymbetes				2								
Cybister lateralimarginalis			3								K	1
Dytiscus	3											
Dytiscus lapponicus			2								P	
Enochrus										4	P	
Enochrus affinis								1		6	K	
Enochrus coarctatus			3							1		
Enochrus ochropterus			1			1			1			
Graphoderus										1	K	1
Graphoderus cinereus			1									
Graphoderus zonatus	1										P	
Helochares						1				3		
Helochares punctatus			5	3		30			12	7		
Hydroglyphus geminus						16	1					
Hydroporinae								1				1
Hydroporus					13					6	P	1
Hydroporus erythrocephalus			1			5		1		4	K	
Hydroporus pubescens									1		P	1
Hydroporus scalesianus										2	P	1
Hydroporus tristis						1						
Hydroporus umbrosus										3		
Hygrobia hermanni									6		K	
Hygrotus						23	1					
Hygrotus decoratus						2						
Hygrotus inaequalis		3	3	12	3	7	1	6	7			
Hyphydrus ovatus		4	5	2								
Noterus crassicornis	1		4		2	3				6		
Rhantus										4		
Rhantus exsoletus			2				1				K	
Waterwantsen (Heteroptera)												
Callicorixa praeusta				3				3			N	
Corixa						5	3	2	18			
Corixa dentipes	2		3								N	
Corixa punctata									5	1		
Corixidae	3	7	18	18	10							
Corixinae						8		17	4	1		
Cymatia bonsdorffii		6	1	8	1		6				K	
Cymatia coleoptrata	14	10	17	21	9	1	25	39	4			
Hebrus pusillus										2	K	
Hebrus ruficeps						1		1		8	K	
Hydrometra gracilenta			2								K	
Ilyocoris cimicoides	7	4	13	2	2	2	1	2	6			
Limnoporus rufoscutellatus			1									
Microvelia reticulata		1	16							1		
Notonecta		8	16		25	1			4			
Notonecta glauca										1		
Plea minutissima	2		2	2						1		
Ranatra linearis	2											
Sigara distincta								3	1			
Sigara limitata							1					1
Sigara scotti		1		25			1					
Sigara semistriata										1		



Bijlage VI Stroming oppervlaktewaterafvoer



Stromingsrichting oppervlaktewater in de afvoersituatie in het Fochteloërveen Bron: Prolander.



Stromingsrichting oppervlaktewater in de afvoersituatie in het Bargerveen Bron: R. Kluit, SBB.



Bureau Waardenburg bv

Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Varkensmarkt 9, 4101 CK Culemborg

Telefoon 0345-512710

E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl