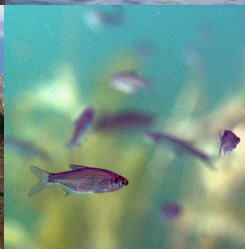


Watersysteem- en bronanalyse knelpunten stedelijk water

deelrapport Peellandvijver te Deurne



Watersysteem- en bronanalyse knelpunten stedelijk water

deelrapport Peellandvijver te Deurne

referentie	projectcode	status
HT449-1/14-020.641	HT449-1	definitief
projectleider	projectdirecteur	datum
drs.ing. A. Balla	ing. Th.G.J. Witjes	31 oktober 2014

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	drs.ing. A. Balla	

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Aanleiding	1
1.2. Doel	1
1.3. Leeswijzer	2
2. METHODIEK ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN	3
2.1. Algemeen	3
2.2. Productiviteit water	4
2.2.1. Water- en stoffenbalans	4
2.2.2. Verblijftijd	5
2.2.3. Nutriëntenbelasting vs. kritische belasting	6
2.3. Lichtklimaat	6
2.4. Productiviteit bodem	6
3. FUNCTIONEREN WATERSYSTEEM PEELLANDVIJVER	9
3.1. Algemeen	9
3.2. Hydrologische uitgangspunten	9
3.2.1. In- en uitlaatpunten	10
3.2.2. Grondwatersysteem	10
3.2.3. Oppervlaktewaterstand	12
3.2.4. Metingen chlorideconcentratie	12
4. WATER- EN STOFFENBALANS	15
4.1. Waterbalans	15
4.1.1. Waterinlaat en wegzijging	15
4.1.2. Verblijftijd	16
4.2. P-belasting vs. kritische belasting (zomer)	16
4.2.1. Belastingbronnen	16
4.2.2. Externe P-belasting vs. kritische belasting	17
4.3. Kanttekeningen	18
5. WATERKWALITEIT EN ECOLOGIE	19
5.1. Nutriënten	19
5.1.1. Nutriëntenconcentraties	19
5.1.2. N:P-ratio	20
5.2. Lichtklimaat	21
5.2.1. Doorzicht	21
5.2.2. Algengroei	21
5.3. Waterbodem	22
5.4. Zuurstof	23
5.5. Ecologie	24
5.5.1. Vegetatie	24
5.5.2. Vis	24
5.5.3. Watervogels	24
6. SYNTHESE OP BASIS VAN ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN	25
6.1. Opbouw synthese	25
6.2. Uitwerking synthese	25
6.2.1. Sleutelfactor 1	25
6.2.2. Sleutelfactor 2	25
6.2.3. Sleutelfactor 3	25

7. AANBEVELINGEN VOOR MAATREGELEN EN VERVOLGONDERZOEK	27
7.1. Mogelijke maatregelen	27
7.2. Afweging maatregelen	27
7.3. Advies maatregelenpakket	29
7.4. Aanbevelingen voor het vervolg	32
8. REFERENTIES	33
laatste bladzijde	33
BIJLAGEN	aantal blz.
-	

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

Waterschap Aa en Maas heeft zich voorgenomen samen met de gemeenten voor vijf waterpartijen in het stedelijk gebied maatregelen te treffen, voor het verbeteren van de waterkwaliteit. Hierbij is de gemeente trekker. Het waterschap heeft hierbij een adviserende rol. Het betreft de volgende waterpartijen:

1. Lovendaalsingel te Grave;
2. Slievenvijver te Someren;
3. Peellandvijver te Deurne;
4. Het Ven te Veghel;
5. De Wiel te Geffen.

In deze waterpartijen is sprake van negatieve beleving of ernstige waterkwaliteitsproblemen zoals blauwalgen, botulisme en/of vis- en vogelsterfte. Het waterschap streeft naar een helder en stabiel watersysteem met een bijbehorende evenwichtige samenstelling van waterflora en -fauna. Overmatige aanwezigheid van (blauw)algen dient hiervoor voorkomen te worden.

Om dit te bereiken wordt rekening gehouden met herinrichting van de waterpartijen. Vanaf 2012 wordt de planvoorbereiding getroffen voor de herinrichting van de waterpartijen. De bedoeling is om vanaf 2013 te starten met de uitvoering. De planning is daarbij voor de verschillende waterpartijen verschillend.

Aan Witteveen+Bos is gevraagd een watersysteemanalyse uit te voeren voor deze vijf waterpartijen. De watersysteemanalyse moet meer inzicht verschaffen in het hydrologisch en ecologisch functioneren van de waterpartijen. Aan de hand van de watersysteemanalyse wordt bepaald welke factoren bepalend zijn voor het functioneren van de waterpartijen. Op basis daarvan geven we een advies over wat waterschap Aa en Maas samen met de gemeenten kan doen om een helder en stabiel watersysteem te creëren.

Ecologische sleutelfactoren

In de aanpak staat een diagnose van de watersystemen volgens Ecologische Sleutelfactoren centraal. Hierbij wordt bepaald of in een watersysteem voldaan wordt aan essentiële voorwaarden voor herstel van ondergedoken waterplanten. Er is aandacht voor de productiviteit van het water (vormen algen/kroos een knelpunt), het lichtklimaat (vormen andere deeltjes in het water een knelpunt) en de productiviteit van de bodem (vormt de bodem een knelpunt) wordt besproken. Bij elke voorwaarde of Ecologische Sleutelfactor passen typen maatregelen die ervoor zorgen dat een knelpunt wordt weggenomen. In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van de diagnose volgens Ecologische Sleutelfactoren.

1.2. Doel

Doel van het project is om, op basis van een watersysteemanalyse van de vijf waterpartijen, maatregelen voor te stellen waarmee we de juiste randvoorwaarden verzorgen voor het verkrijgen van heldere en plantenrijke waterpartijen.

1.3. Leeswijzer

Voor elke waterpartij wordt een deelrapport opgesteld. Hierbij wordt een uitwerking gegeven van de watersysteemanalyse voor de waterpartij:

- in hoofdstuk 2 wordt de methodiek volgens Ecologische Sleutelfactoren beschreven;
- in hoofdstuk 3 zijn de hydrologische uitgangspunten van de locatie besproken, zoals de in- en uitposten, grond- en oppervlaktewaterstanden en de aanwezigheid van kwel en/of wegzijging;
- in hoofdstuk 4 is de uitwerking van de water- en stoffenbalans weergegeven, inclusief verblijftijden en nutriëntenbelastingen ten opzichte van kritische belastingen;
- in hoofdstuk 5 is het fysisch-chemisch en ecologisch functioneren van het systeem uiteengezet, inclusief het lichtklimaat, de nutriëntenconcentraties, de zuurstofhuishouding, de waterbodem en de ecologie;
- in hoofdstuk 6 is een synthese opgesteld op basis van de Ecologische Sleutelfactoren. Bepaald wordt of de eerste drie Ecologische Sleutelfactoren wel of niet voldoen;
- tot slot worden in hoofdstuk 7 op grond van de uitkomsten van de systeemanalyse passende maatregelen en aanbevelingen voor vervolgonderzoek voorgesteld.

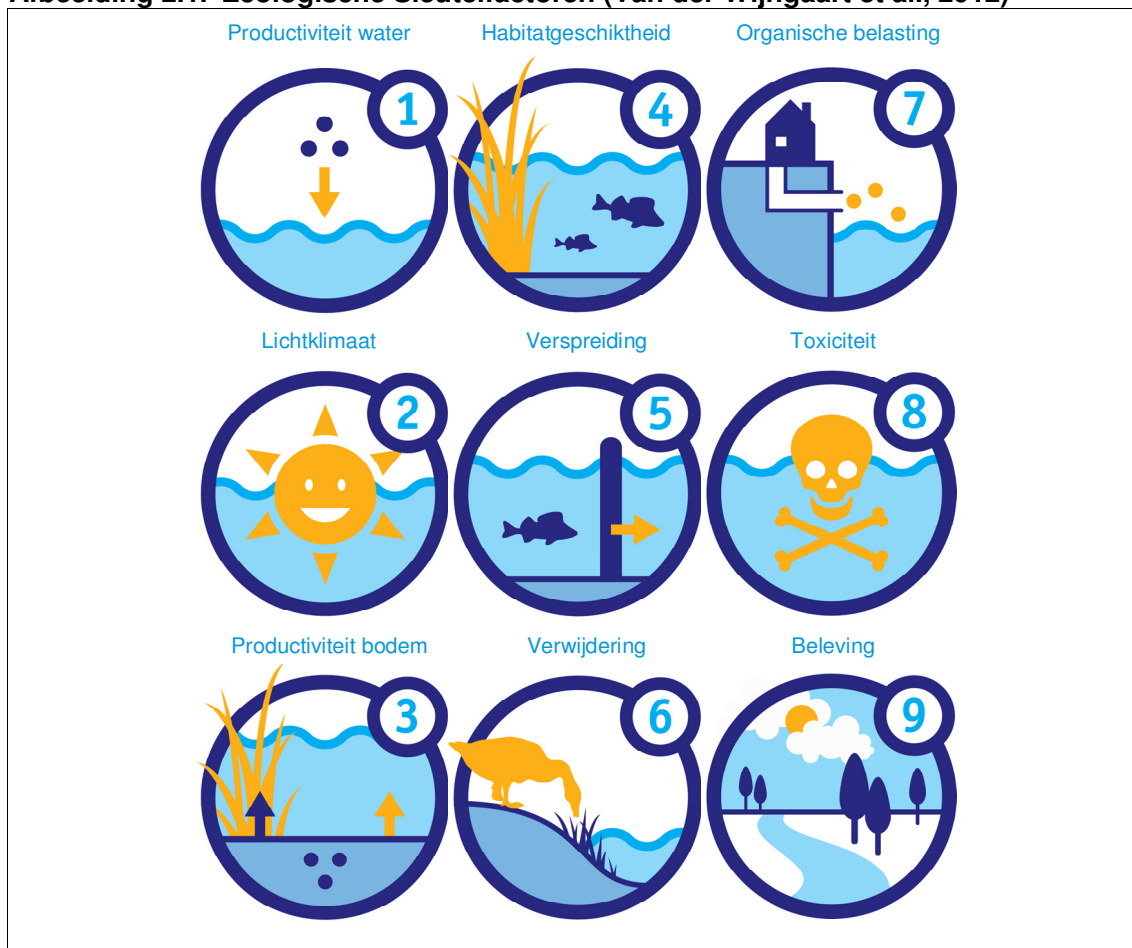
In deze rapportage is de watersysteemanalyse beschreven voor waterpartij de Peellandvijver in Deurne.

2. METHODIEK ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN

2.1. Algemeen

Witteveen+Bos gaat uit van een benadering volgens Ecologische Sleutelfactoren (afbeelding 2.1). Hiermee wordt alle aanwezige kennis en informatie op een overzichtelijke en relevante wijze gestructureerd. Met de Ecologische Sleutelfactoren wordt zoveel mogelijk uitgegaan van het actuele begrip van het functioneren van watersystemen. De methodiek gaat uit van de sturende factoren (relatie met maatregelen), een zekere hiërarchie in voorwaarden, ordening van kennis en zo veel mogelijk een concrete koppeling met gegevens. In dit rapport focussen we op de eerste drie Sleutelfactoren, te weten de productiviteit water, het lichtklimaat en de productiviteit van de waterbodem. Hierbij staat het herstel van ondergedoken waterplanten centraal. Veel soortgroepen (zoals vissen en macrofauna) zijn namelijk afhankelijk van waterplanten. Waterplanten concurreren daarnaast met algen om voedingsstoffen.

Afbeelding 2.1. Ecologische Sleutelfactoren (Van der Wijngaart et al., 2012)



Voor een evenwichtig herstel van ondergedoken waterplanten gaan we uit van drie voorwaarden:

1. ten eerste is het belangrijk dat algen en/of kroos niet domineren. Zij houden licht weg van de waterbodem. Dit lukt alleen als de externe nutriëntenbelasting voldoende laag is (paragraaf 2.2);

2. ten tweede mogen er ook geen andere belemmeringen zijn voor het lichtklimaat. Beschaduwning kan een probleem vormen, maar ook de aanwezigheid van bodemwoelende vis (paragraaf 2.3);
3. ten derde moet de samenstelling van de waterbodem geschikt zijn. De waterbodem mag niet te veel nutriënten naleveren of toxisch zijn (dit gaat vaak samen: paragraaf 2.4).

In onderstaande paragrafen 2.2-2.4 worden de achtergronden en uitwerking van de eerste drie Ecologische Sleutelfactoren besproken, waaronder de water- en stoffenbalans, de verblijftijd en de kritische belasting.

2.2. Productiviteit water

De nutriëntenbelasting (stikstof en fosfor) is bepalend voor de productiviteit van watersystemen. Er is onderscheid gemaakt in interne nutriëntenbelasting (via de waterbodem) en externe nutriëntenbelasting (via waterstromen). Deze sleutelfactor is gericht op de externe nutriëntenbelasting. De externe nutriëntenbelasting bepaalt de productiviteit van de waterkolom en dus de eventuele groei van algen. De interne nutriëntenbelasting, gerelateerd aan de productiviteit van de waterbodem, komt aan de orde in Sleutelfactor 3 (paragraaf 2.4.4). Voor de productiviteit van het water is, naast de externe nutriëntenbelasting, ook de verblijftijd belangrijk. Als de verblijftijd van het watersysteem kort is, worden algen en nutriënten relatief snel afgevoerd. Hierdoor is het productieproces van algen bij korte verblijftijden minder belangrijk (paragraaf 2.2.2). Als er sprake is van lange verblijftijden, wordt het productieproces van algen belangrijker. Nutriënten worden minder snel afgevoerd en blijven langer beschikbaar voor de groei van algen. De groei van algen is afhankelijk van kritische nutriëntenbelasting van het systeem (paragraaf 2.2.3). De kritische nutriëntenbelasting van een watersysteem is afhankelijk van de systeemkenmerken (waterdiepte, omvang et cetera). Bij een nutriëntenbelasting boven de kritische belasting zullen algen naar alle waarschijnlijkheid domineren.

2.2.1. Water- en stoffenbalans

We bepalen de nutriëntenbelasting met behulp van een waterbalans en maken daarbij onderscheid in de belangrijkste bronnen. Om de functionaliteit van de balans (in excel) te begrijpen, wordt hieronder een uitleg gegeven over de opbouw van de balans

Opzet van het bakjesmodel

De waterbalans simuleert het lokaal watersysteem. De interactie met het regionaal watersysteem wordt meegenomen met de posten kwel en wegzijging. De waterbalans bestaat uit twee bakjes (afbeelding 2.2):

- balans open water;
- balans percelen.

Het uitgangspunt is de balans voor het open water. In afbeelding 2.2 is een voorbeeld weergegeven van een natte periode. Het betreft hierbij een systeem met een inlaatpunt maar zonder uitlaatpunt (zoals de Peellandvijver). Het waterpeil in de zomer ligt hierbij lager dan in de winter. In het rood is aangegeven welke onderdelen van de waterbalans bepalend zijn voor de chlorideconcentratie en de externe nutriëntenbelasting.

Bakje 'percelen'

Het watertekort- en overschot in de **percelen** wordt bepaald in het bakje 'percelen', op basis van:

1. kwel en wegzijging;
2. neerslag en verdamping.

Als het peil in het bakje 'percelen' boven het waterpeil in het bakje 'open water' uitkomt, gaat er water van de percelen naar het open water via drainage/uitspoeling. Het bakje 'percelen' simuleert dus de wateraanvoer en -afvoer vanuit de percelen naar het bakje 'open water'.

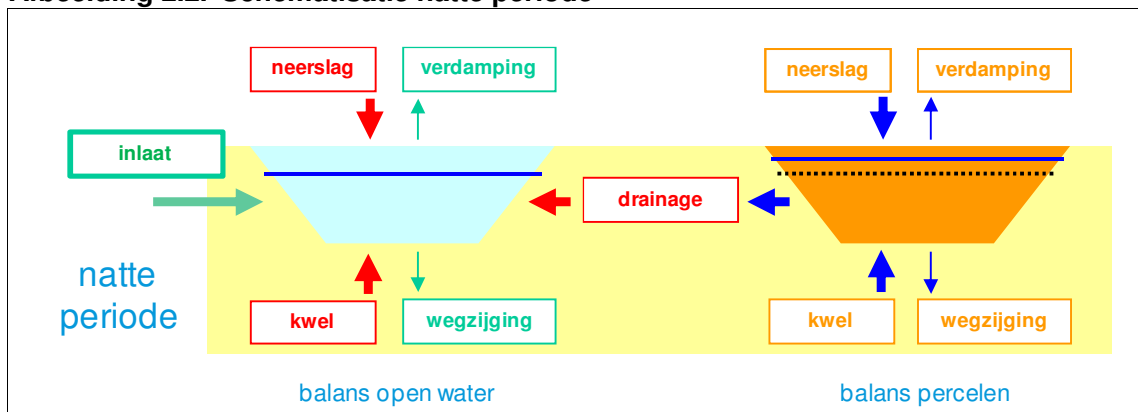
Bakje 'open water'

Het watertekort- en overschot in het **watersysteem** wordt bepaald in het bakje 'open water' op basis van:

1. kwel en wegzijging;
2. neerslag en verdamping;
3. drainage en intrek.

In gebieden waar het waterpeil gereguleerd wordt (door bijvoorbeeld bemaling in poldergebieden), wordt er water afgevoerd zodra het peil in het bakje 'open water' boven het streefpeil plus marge uitkomt. Er wordt water aangevoerd als het peil in het bakje 'open water' onder het streefpeil plus marge uitkomt. Op locatie de Peellandvijver wordt het waterpeil ook gestuurd door middel van een waterinlaat. Er is geen uitlaat aanwezig.

Afbeelding 2.2. Schematisatie natte periode



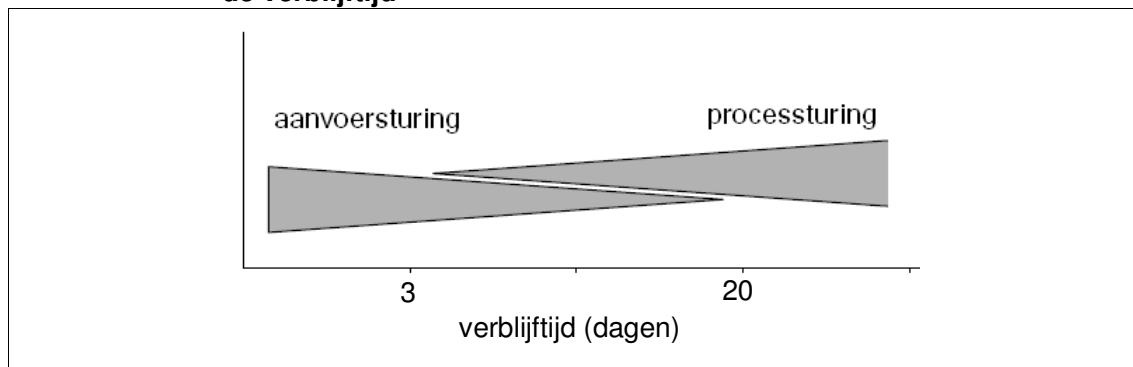
De blauwe lijnen in het bakje geven de waterpeilen aan. De zwarte stippellijn in 'balans percelen' geeft het waterpeil in 'balans open water' weer.

2.2.2. Verblijftijd

De verblijftijd wordt berekend aan de hand van het watervolume en het gemiddelde inkomende debiet (som van neerslag, uitspoeling, kwel, et cetera, in mm). Indien de verblijftijd in een watersysteem korter is dan drie weken, is sprake van een systeem waarbij algen- en/of kroosgroei in het watersysteem zelf beperkt zal zijn. Algen en/of kroos vormen in dergelijke systemen vaak geen knelpunt voor het lichtklimaat. Andere factoren zoals zwevend stof en processen zoals roestvorming door ijzeroxidatie kunnen nog wel een beperking vormen voor het doorzicht. Als de verblijftijd langer is dan drie weken, dan wordt gesproken van een procesgestuurd systeem (afbeelding 2.3). Dat wil zeggen dat fysisch-chemische en ecologische processen in het gebied bepalend zijn voor de waterkwaliteit.

Met andere woorden: een systeem met een langere verblijftijd is gevoeliger voor kwaliteitsproblemen als gevolg van hoge nutriëntenbelastingen.

Afbeelding 2.3. Het optreden van aanvoersturing of processturing is afhankelijk van de verblijftijd^{*)}



* Afbeelding gebaseerd op figuur 6 uit Baranyi et al. 2002, Freshwater Biology

2.2.3. Nutriëntenbelasting vs. kritische belasting

Aan de hand van de water- en stoffenbalans, wordt de berekende externe nutriëntenbelasting afgezet tegen de berekende kritische belasting. Dit is de belasting, die nodig is voor herstel van een stabiel en helder watersysteem. De interne belasting van de waterbodem wordt niet direct meegenomen bij de vergelijking tussen de nutriëntenbelasting en de kritische belasting. De externe belasting bepaalt (op termijn) mede de oplading van de bodem en hiermee de interne belasting. Omdat fosfor vaak limiterend is voor algengroei, is de vergelijking tussen externe belasting en kritische belasting uitgewerkt voor fosfor. Vervolgens wordt bepaald of en op welke wijze de externe nutriëntenbelasting teruggebracht kan worden tot onder de kritische belasting. Dit kan door een verlaging van de nutriëntenbelasting (bronmaatregel), maar ook door aanpassing in de inrichting waarmee de kritische belasting wordt verhoogd (systeemmaatregel). Ten slotte wordt bepaald of andere factoren (waterbodem, bodemwoelende vis) herstel van waterplanten niet in de weg staan. Daarbij wordt er namelijk vanuit gegaan dat de externe belasting mede de oplading van de bodem en hiermee (op termijn) de interne belasting bepaalt.

2.3. Lichtklimaat

Voor de uitwerking van de Sleutelfactor 'lichtklimaat' wordt het doorzicht van het watersysteem besproken in relatie tot de diepte. Voor de groei van ondergedoken waterplanten op de waterbodem is namelijk een doorzicht:diepte-ratio vereist van 0,6 (Jaarsma et al., 2008). Omdat het doorzicht mede wordt bepaald door algen en zwevend stof, zijn aanvullende troebelheidsmetingen niet nodig. Voor het lichtklimaat wordt wel besproken in hoeverre algen en/of zwevend stof verantwoordelijk zijn voor het doorzicht in het systeem.

2.4. Productiviteit bodem

De productiviteit van de waterbodem wordt ingeschat door middel van een quickscan. In deze quickscan dienen de parameters P-totaal, Fe en S in de bodem (droog- of versgewicht), het bodemvocht of als fractie Olsen-P ingevuld te worden. De quickscan berekent vervolgens hoeveel de verwachte nalevering van P uit de bodem bedraagt. Er is een sterke relatie tussen productiviteit van de bodem en toxiciteit van de bodem.

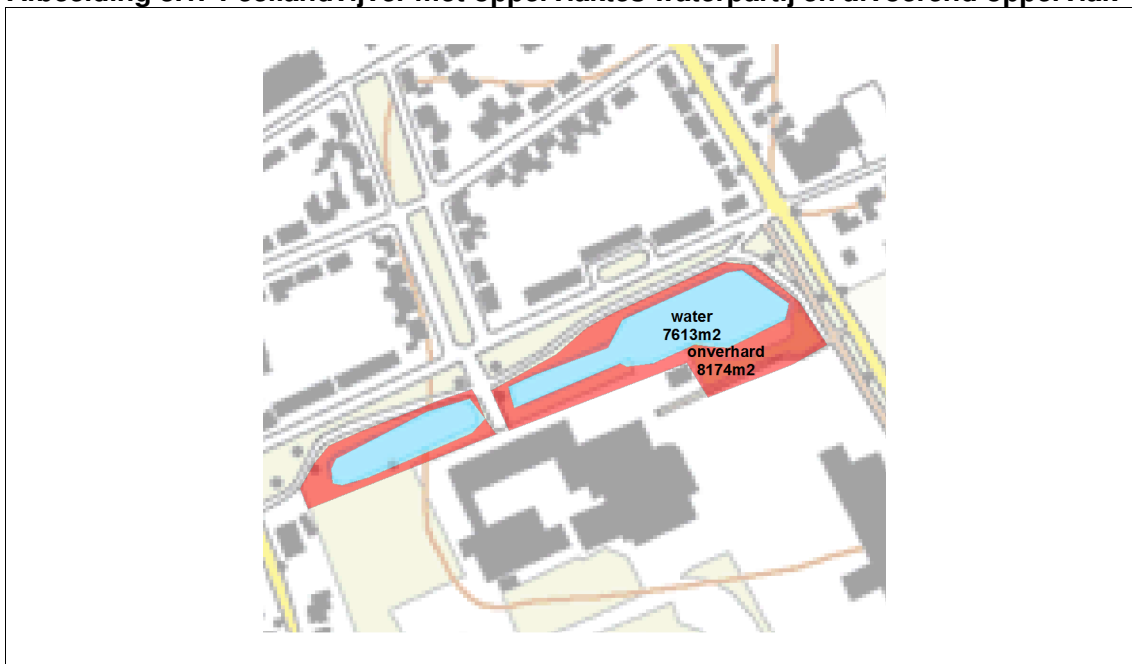
Een hoogproductieve bodem zal in de meeste gevallen namelijk ook verhoogde concentratie van onder andere sulfide bevatten. Daarom wordt bij het onderdeel productiviteit van de bodem ook de toxiciteit van de bodem meegenomen.

3. FUNCTIONEREN WATERSYSTEEM PEELLANDVIJVER

3.1. Algemeen

De Peellandvijver is een vijver in het zuidwesten van Deurne (afbeelding 3.1). De oppervlakte van de Peellandvijver bedraagt 7.613 m² en bestaat uit twee delen, die met elkaar in verbinding staan. Het oppervlak van de bijbehorende afvoerende oever wordt geschat op 8.174 m².

Afbeelding 3.1. Peellandvijver met oppervlaktes waterpartij en afvoerend oppervlak



In de zomer wordt er water ingelaten door de gemeente. De Peellandvijver wordt dan gevoed door water uit de Vreewijkse Loop. De gemeente laat daarbij water in, om peildaling te voorkomen/beperken. Er vindt daarbij geen registratie van de waterinlaatmomenten en waterinlaatduur plaats.

Er is een leemlaag aanwezig op de waterbodem, maar deze is beschadigd. Onder de leemlaag bevindt zich een zandondergrond (DINO-loket). Het water van de Peellandvijver is op het diepste punt 1,8 m diep. De gemiddelde diepte is circa 1,3 m. In de Peellandvijver is meerdere malen blauwalg aangetroffen. Ook zijn er problemen met botulisme. De Peellandvijver wordt gepacht door een lokale hengelsportvereniging (mededeling gemeente).

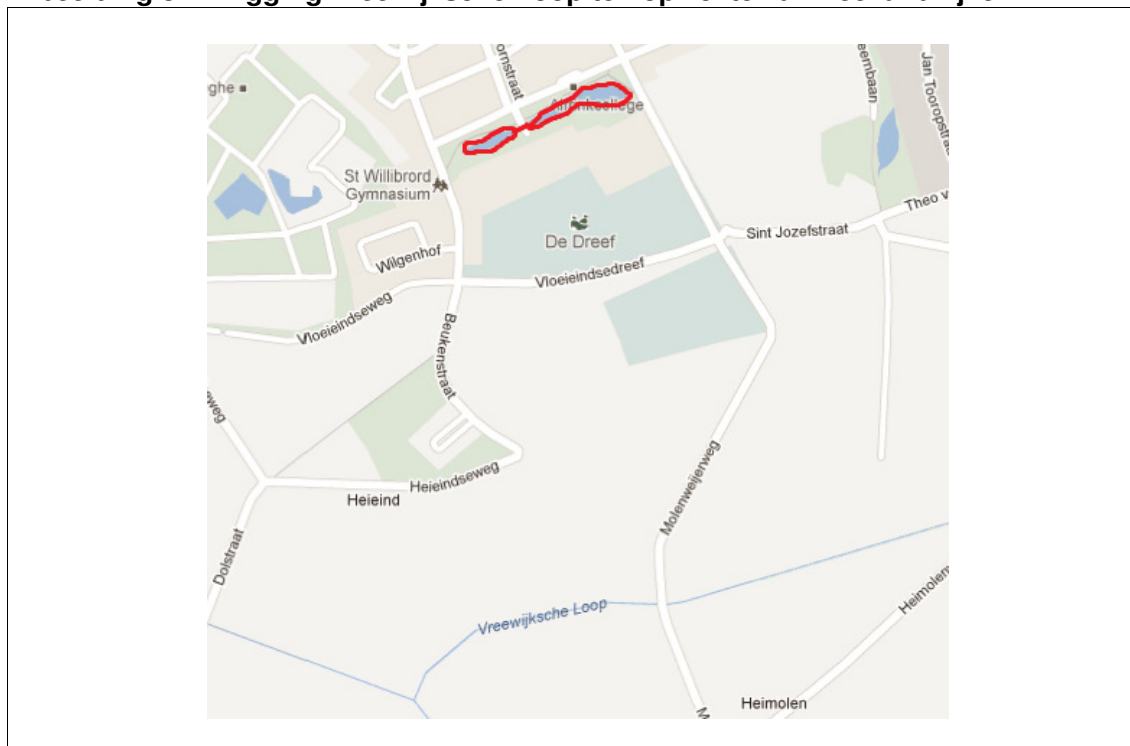
3.2. Hydrologische uitgangspunten

Om de hydrologie van het systeem beter te begrijpen, is in Excel een waterbalans opgesteld op dagbasis (hoofdstuk 4). Voor de waterbalans is gebruik gemaakt van een standaardbalans, die wordt gevoed met systeemkenmerken zoals dimensies van het oppervlaktewater en (onverhard) afwaterend gebied, neerslag en verdamping (uit meteo-reeksen) en (een indicatie van) de mate van kwel en/of wegzijging. In paragrafen 3.2.1-3.2.4 zijn de uitgangspunten voor de waterbalans bepaald.

3.2.1. In- en uitlaatpunten

De Peellandvijver wordt gevoed vanuit de Vreewijksche Loop. De waterkwaliteit van de Vreewijkse Loop is vrijwel identiek aan de kwaliteit van het Kanaal van Deurne (mededeling gemeente). De ligging van de Vreewijksche Loop ten opzichte van de Peellandvijver is weergegeven in afbeelding 3.2. De inlaat vanuit deze watergang bevindt zich aan de noordoostzijde van de vijver. Er vindt peilbeheer plaats om de waterstand in de vijver te beheersen. De vijver is niet voorzien van een uitlaat. De twee delen van de vijver staan met elkaar in verbinding via een duiker.

Afbeelding 3.2. Ligging Vreewijksche Loop ten opzichte van Peellandvijver



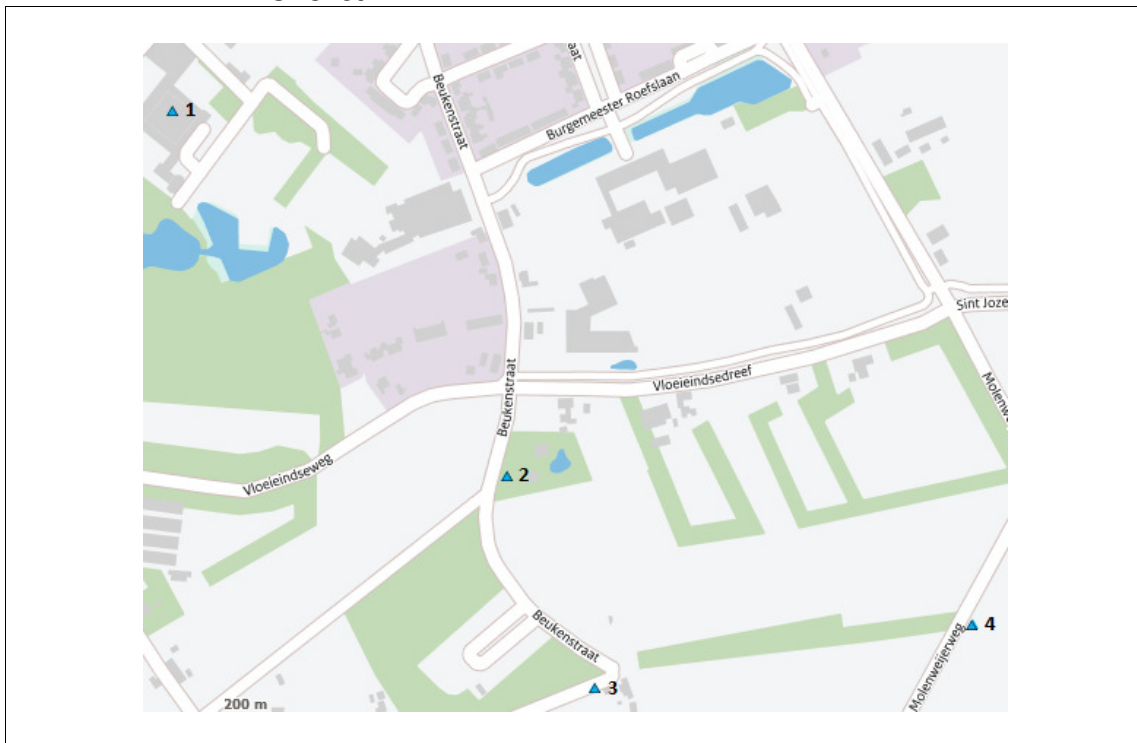
maps.google.com

In de zomer van 2013 heeft waterschap Aa en Maas samen met de gemeente een praktijkproef uitgevoerd. De praktijkproef is uitgevoerd in de periode 20 augustus tot en met 3 september 2013. Tijdens de praktijkproef is er geen water ingelaten. De waterstand is tijdens de proefperiode dagelijks gemeten. Op basis van de praktijkproef is bepaald, dat er in een droge periode 18,6 mm/dag waterinlaat nodig is om de verdamping, intrek en wegzijging te compenseren.

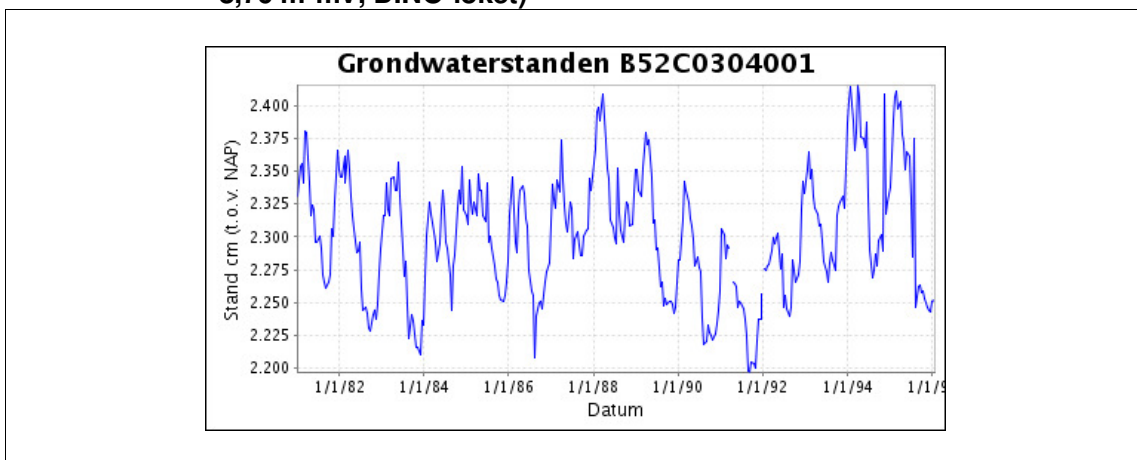
3.2.2. Grondwatersysteem

Volgens de Wateratlas Noord-Brabant is ter hoogte van de Peellandvijver sprake van een infiltratiegebied. In de omgeving van de Peellandvijver is een aantal peilbuizen aanwezig. Deze zijn opgenomen in afbeelding 3.3. In afbeelding 3.4 en 3.5 zijn de grondwaterstanden bij peilbuis 2 en 3 weergegeven. De peilbuizen liggen op enige afstand van de Peellandvijver. In peilbuis 1 varieerde de waterstand tijdens de metingen tussen de NAP +22,0 m en NAP +24,0 m. Dit komt neer op een jaarlijkse fluctuatie van 2,0 m. In peilbuis 2 (afbeelding 3.4) varieerde de waterstand tijdens de metingen tussen NAP +22,3 m en NAP +25,0 m. Dit komt neer op een jaarlijkse fluctuatie van 2,7 m.

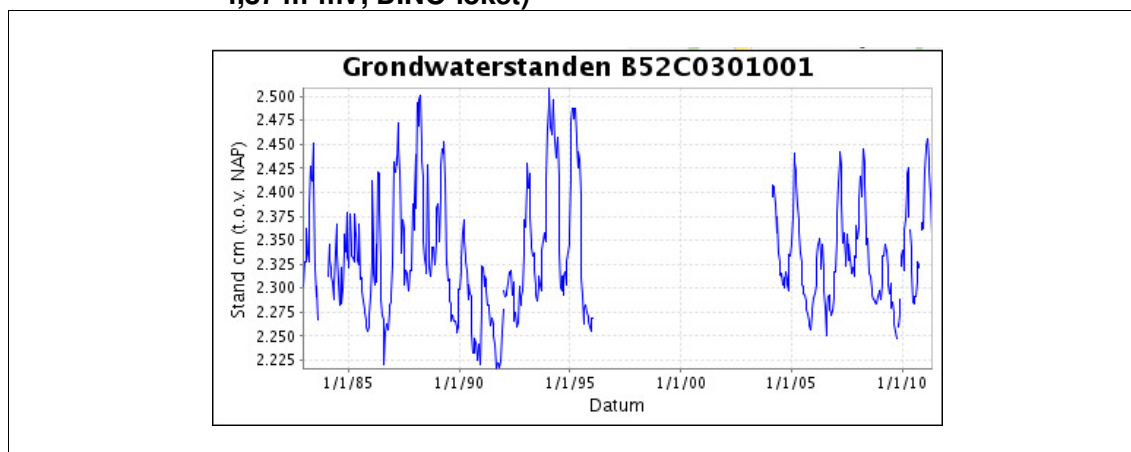
Afbeelding 3.3. Peilbuizen in de omgeving van Peellandvijver zoals weergegeven in DINO-loket



Afbeelding 3.4. Grondwaterstanden (cm +NAP) bij peilbuis 2 (diepte filter: 6,76 tot 8,76 m-mv; DINO-loket)



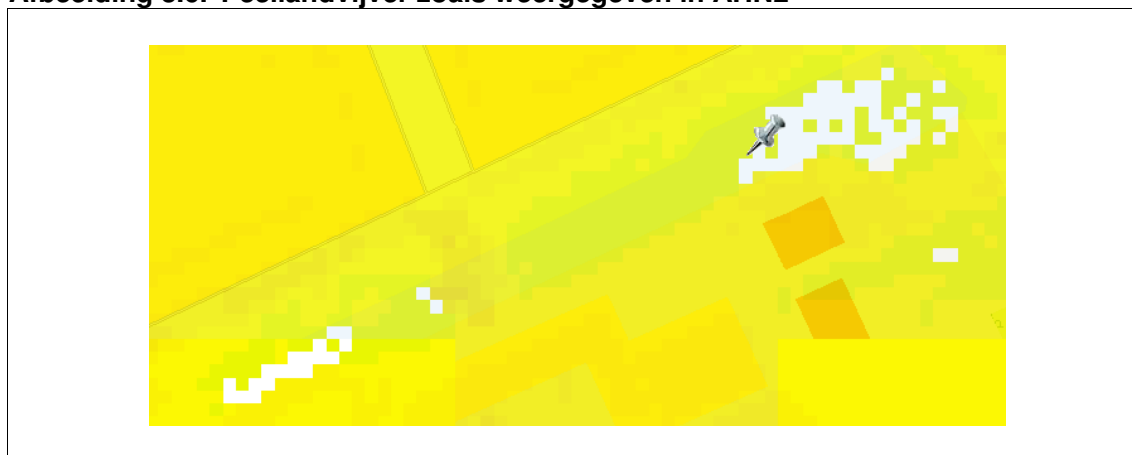
Afbeelding 3.5. Grondwaterstanden (cm +NAP) bij peilbuis 3 (diepte filter: 2,87 tot 4,87 m-mv; DINO-loket)



3.2.3. Oppervlaktewaterstand

De waterstand in de Peellandvijver is bepaald aan de hand van het AHN2 (afbeelding 3.6). In de afbeelding is te zien dat een deel van de hoogtedata ontbreekt, maar dat ook een aantal punten wel is ingemeten. Deze punten zijn voldoende om een inschatting van de waterhoogte te maken. De waterstand in de Peellandvijver is bepaald op NAP +24,3 m. Het is niet bekend of de meting in een droge of natte periode is uitgevoerd.

Afbeelding 3.6. Peellandvijver zoals weergegeven in AHN2



3.2.4. Metingen chlorideconcentratie

Door het waterschap zijn de volgende chlorideconcentraties gemeten in de Peellandvijver:

- 10 december 2012: 30 mg/l.;
- 28 augustus 2013: 20 mg/l.;
- 16 juli 2013: 27 mg/l.;
- 12 juni 2013: 23 mg/l.

De gemeten chlorideconcentratie in de Peellandvijver ligt tussen 23 en 30 mg/l. Dergelijke chlorideconcentraties bevestigen dat de Peellandvijver geen volledig regenwatergevoed watersysteem is (de concentratie chloride in neerslag is fors lager: 2,2 mg/l is het langjarig gemiddelde Wageningen, 1992-2004).

De gemeten chlorideconcentraties in het Kanaal van Deurne zijn:

- 07 mei 2009: 28 mg/l.;
- 25 mei 2010: 48 mg/l.;
- 17 februari 2011: 25 mg/l.;
- 22 maart 2011: 34 mg/l.;
- 22 april 2011: 43 mg/l.;
- 26 mei 2011: 72 mg/l.;
- 27 juni 2011: 77 mg/l.;
- 21 juli 2011: 75 mg/l.;
- 30 augustus 2011: 64 mg/l.;
- 28 september 2011: 68 mg/l.;
- 25 oktober 2011: 81 mg/l.;
- 24 november 2011: 80 mg/l.;
- 15 december 2011: 74 mg/l.;
- 26 april 2013: 39 mg/l.

De gemeten chlorideconcentratie in het Kanaal van Deurne zit tussen 25 en 80 mg/l. In de zomer is de waterinlaat een belangrijke factor voor de chlorideconcentratie in de Peellandvijver. In de winter is ontwateringswater van de percelen mogelijk mede bepalend voor de chlorideconcentratie. In de zomer is sprake van een grote wegzijging, waardoor er geen sprake is van ontwatering vanuit de percelen naar de Peellandvijver (de grondwaterstand is dan lager dan de waterstand in de vijver).

4. WATER- EN STOFFENBALANS

4.1. Waterbalans

De waterbalans wordt uitgevoerd voor een langjarige periode, waarbij de resultaten van de zomerperiode worden beschouwd. Doel van de waterbalans is het verkrijgen van inzicht in verblijftijden en de wateraanvoer en waterafvoerhoeveelheden.

4.1.1. Waterinlaat en wegzijging

In de waterbalans is voor de waterinlaat een rekenregel opgenomen, dat waterinlaat plaatsvindt ten behoeve van het voorkomen van een grote peildaling. De inlaathoeveelheid wordt daarbij op dagbasis berekend op basis van de hoeveelheid die nodig is om de vijver op peil te houden, waarbij uitgegaan is van een waterstand van NAP +24,3 m en inlaat bij een peildaling van 50 cm.

Met de waterbalans is nagegaan voor een droge zomerperiode welke mate wegzijging er nodig is bij een waterinlaat van 18,6 mm/dag. Uit de berekening blijkt, dat bij 10 mm/dag wegzijging, er een waterbehoefte (= inlaatbehoefte) in een droge zomerperiode is van 18,6 mm/dag (er is dus iteratief doorerekend bij welke wegzijging er 18,6 mm/dag aan inlaat berekend wordt met de waterbalans in een droge zomerperiode). Daarom is in de waterbalansberekening een wegzijging van 10 mm/dag aangehouden voor het zomerhalfjaar.

Met de balansberekening zijn de aan- en afvoerhoeveelheden op zomerhalfjaarbasis bepaald. In tabel 4.1 zijn de halfjaargemiddelde hoeveelheden neerslag, verdamping, inlaat en berging voor de zomer aangegeven.

Tabel 4.1. Halfjaargemiddelde waarden (zomer) hydrologie Peellandvijver

post	mm
directe neerslag op de Peellandvijver**	371
waterinlaat	2.048
verdamping Peellandvijver *	-604
wegzijging/intrek naar bodem ***	-2.109
bergingsverlies****	294

* In de waterbalans zijn verdampingsfactoren op maandbasis verwerkt op basis van het rapport Van Penman naar Makkink, een nieuwe berekeningswijze voor de klimatologische verdampingsgetallen, KNMI/CHO, rapporten en nota's, no.19, 1988 (zie bijlage I). Het waterschap heeft aangegeven, dat de verdamping hiermee mogelijk licht overschat wordt en dat er thans samen met andere waterschappen hier onderzoek naar uitgevoerd wordt.

** Op basis van neerslag en verdamping bij meetstation Volkel (1993-2012) in het zomerhalfjaar (langjarige gemiddelde), zie bijlage II.

*** Wegzijging is ingevoerd als een constante waarde en is 10 mm/dag, het overig deel is het gevolg van intrek naar de bodem.

**** Er is rekening gehouden met het uitzakken van het peil tot 50 cm. Gemiddeld genomen is de waterstand in de berekening 29,4 cm lager aan het eind van het zomerhalfjaar.

De aanvoerposten zijn als volgt berekend/ingevoerd in de waterbalans:

- directe neerslag wordt op dagbasis berekend op basis van de gemeten neerslaghoeveelheid;
- waterinlaat (in het zomerhalfjaar) wordt op dagbasis berekend op basis van de inlaatbehoefte voor peilbeheer als gevolg van neerslagaanvoer, intrek, wegzijging en verdamping.

De uitgaande posten zijn als volgt berekend:

- verdamping wordt op dagbasis berekend op basis van de gemeten verdamping;
- wegzijging (in het zomerhalfjaar) wordt ingevoerd in de balans als een constante waarde (waarbij de praktijkproef van het waterschap en de gemeente benut is om de hoeveelheid wegzijging te berekenen);
- intrek naar grondwater wordt op dagbasis berekend (indien de berekende grondwaterstand in het bakje percelen lager is dan de waterstand in het bakje open water).

4.1.2. Verbliftijd

Met de waterbalans wordt een zomergemiddelde verbliftijd berekend van gemiddeld ongeveer 107 dagen. Door de verbliftijd is het systeem procesgestuurd. Dat wil zeggen dat fysisch-chemische en ecologische processen in het gebied bepalend zijn voor de waterkwaliteit.

4.2. P-belasting vs. kritische belasting (zomer)

Onderstaand worden eerst de verschillende externe belastingbronnen van P bepaald. Vervolgens wordt de kritische belasting uitgezet tegen de externe belasting op de Peellandvijver. De kritische belasting is bepaald aan de hand van de diepte, het debiet en het type bodem.

4.2.1. Belastingbronnen

Kentallen

Op basis van de hydrologische uitgangspunten kan geconcludeerd worden dat de P-belasting op de Peellandvijver deels afkomstig is van neerslag, uitspoeling, afstroming en waterinlaat. Voor het kwantificeren van de bijdrage van deze bronnen aan de externe P-belasting zijn kentallen gebruikt, welke zijn weergegeven in tabel 4.2. De concentratie P-totaal is bepaald op basis van een gemiddelde P-concentratie in het kanaal van Deurne (2009-2011). Dit omdat het inlaatwater uit de Vreewijkse Loop vrijwel identiek is aan de kwaliteit van het water uit het kanaal (mededeling waterschap).

Tabel 4.2. Kentallen P

post stoffen-balans	waarde	eenheid	referentie
neerslag	0,01	mg/l	RIVM meetreeksen
inlaat	0,34	mg/l	meetreeks waterschap Aan en Maas

Berekeningen

Er vindt ook externe belasting plaats via bladval en uitwerpselen van eenden (waarnemingen veldbezoek), uitwerpselen van honden en sportvisgebruik (Van Zuilichem, 2011). Onderstaand worden kort de uitgangspunten van de berekeningen voor P-belasting weergegeven:

- het uitgangspunt voor de post bladval is, dat elke meter begroeide oever van een stadswater voor een vracht zorgt van 8,22 mg P/dag (Witteveen+Bos, 2006). Deze belasting staat los van de afspoeling in het systeem. De lengte van de oever van de Peellandvijver bedraagt ongeveer 750 m. De begroeide oever langs de Peellandvijver wordt geschat op 250 m;
- de P-belasting door eenden is bepaald op 0,15-0,17 kg P/eend/jaar (STOWA, 2002; Arcadis & Hoogheemraadschap Krimpenerwaard, 2006). In de belasting voor de Peellandvijver is uitgegaan van vijf eenden (waarneming veldbezoek) en een belasting van 0,16 kg P/eend/jaar;

- het totaal aantal honden dat langs de oeverzone van de Peellandvijver wordt uitgelaten wordt geschat op vijf (inschatting op basis van ervaringsgetallen bij andere stedelijke waterpartijen, zie ook Alderink et al., 2009). Voor het bepalen van de belasting door dit aantal honden zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd (DWR, 1997):
 - uitwerpselen bevatten tot 640 g P/jaar;
 - afspoeling van uitwerpselen bedraagt 25-50 % (oftewel er wordt uitgegaan dat 25 tot 50 % van de uitwerpselen in de vijver terecht komt);
- voor de berekening van de belasting door sportvisgebruik zijn de volgende randvoorwaarden meegenomen:
 - voergift per visser van 0,5 kg (Van Emmerik & Peters, 2009);
 - 45 visbezoeken op jaarbasis, met gemiddeld twee vissers per visbezoek (schatting);
 - 80 % van de vissers voert (aannahme gebaseerd op het type visvijver: karper en witvis);
 - bovenstaande gegevens resulteren in een bijdrage van 36 kg lokvoer per jaar. Op basis van een P-gehalte in lokvoer van 0,3 % (Van Emmerik & J.S. Peters, 2009) betekent dit in een P-belasting van ongeveer 0,11 kg P per jaar.

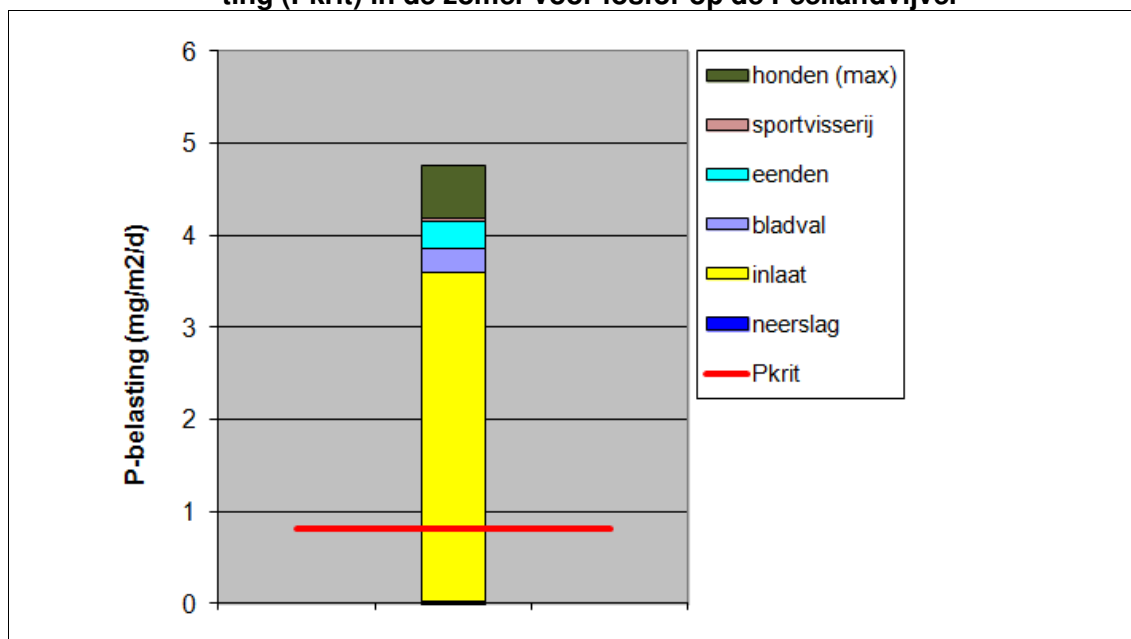
4.2.2. Externe P-belasting vs. kritische belasting

De berekende huidige externe P-belasting bedraagt maximaal ongeveer 4,8 mg/m²/dag (bij een afstroming van hondenuitwerpselen van 50 %). De belasting is berekend aan de hand van een langjarige zomergemiddelde belasting (2000-2011). De grootste belastingbron is inlaatwater (3,6 mg/m²/d). De belasting door honden bedraagt 0,3 mg/m²/dag (25 % afstroming) tot 0,6 mg/m²/dag (50 % afstroming). De P-belasting door bladval, eenden en sportvisserij bedraagt respectievelijk 0,27 0,29 en 0,04 mg/m²/dag (afbeelding 4.1).

Met het model PCDitch is geschat dat de kritische P-belasting voor de Peellandvijver in de zomer 0,82 mg/m²/dag bedraagt (afbeelding 4.1).

Afbeelding 4.1 laat zien dat de geschatte huidige externe P-belasting in de zomer ver boven de kritische belasting in de zomer ligt. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat de fosfaatbelasting op de Peellandvijver de limiterende factor is voor het verkrijgen van een helder, plantenrijk watersysteem.

Afbeelding 4.1. Zomergemiddelde externe belasting (2000-2011) en kritische belasting (Pkrit) in de zomer voor fosfor op de Peellandvijver



4.3. Kanttekeningen

De volgende opmerkingen worden geplaatst ten aanzien van de aangehouden methodiek:

- fluctuaties in wegzijging worden niet meegenomen. Omdat de waterbalans richt op het verkrijgen van inzicht in de gemiddelde verblijftijden en de omvang van de aanvoerposten ten behoeve van de jaarlijkse nutriëntenvrachten, is dit geen beperking voor de nadere analyse van de water- en stoffenbalans;
- water wordt ingelaten vanuit de Vreewijkse Loop. Het waterschap heeft aangegeven dat het water vrijwel identiek is aan het water van het Kanaal van Deurne. Gemeten P-concentraties in de Vreewijkse Loop liggen echter lager dan P-concentraties in het kanaal. Als wordt uitgegaan van P-concentraties in de Vreewijkse Loop, zal de externe belasting lager zijn dan bovenstaand is weergegeven;
- de belasting op de Peelland is onder andere bepaald door middel van kengetallen. Hierdoor blijven onzekerheden in de bepaling van de belastingen bestaan.

5. WATERKWALITEIT EN ECOLOGIE

Voor een beoordeling van de waterkwaliteit is een analyse gemaakt van de aanwezige nutriënten. Hiervoor is gekeken naar de nutriëntenconcentraties en de verhouding tussen de concentratie stikstof en fosfor (N:P-ratio). Vervolgens is het lichtklimaat in de Peellandvijver beschouwd. Belangrijk is of het lichtklimaat voldoet, of algen en/of kroos een probleem vormen voor het lichtklimaat en of andere factoren van belang zijn. Vervolgens is de productiviteit van de bodem onderzocht. Daarna is de zuurstofconcentratie geanalyseerd. Ten slotte is een korte beschrijving gegeven van de ecologie in de Peellandvijver. De gegevens, die in onderstaande paragrafen besproken worden, zijn afkomstig van het waterschap Aa en Maas.

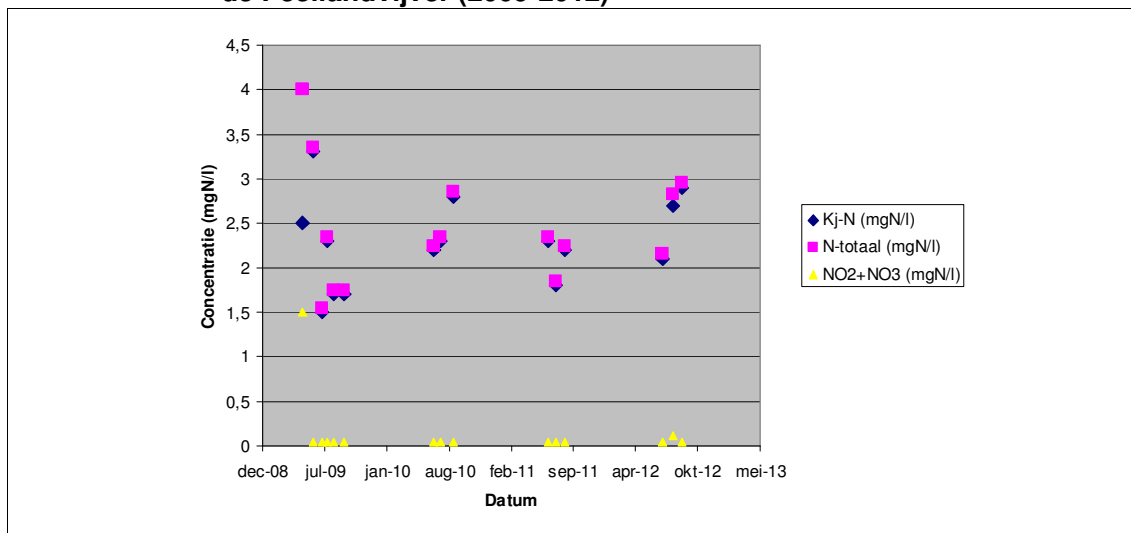
5.1. Nutriënten

In afbeelding 5.1-5.3 zijn grafieken opgenomen met de verschillende concentraties N-totaal (afbeelding 5.1), Kjeldahl-N (afbeelding 5.2) en P-totaal en P-ortho (afbeelding 5.3). In afbeelding 5.4 is de N:P-ratio weergegeven. In 2009 zijn zes metingen uitgevoerd. In 2010 tot en met 2012 zijn steeds drie metingen uitgevoerd. De concentratie P-ortho is alleen geanalyseerd in 2011 en 2012.

5.1.1. Nutriëntenconcentraties

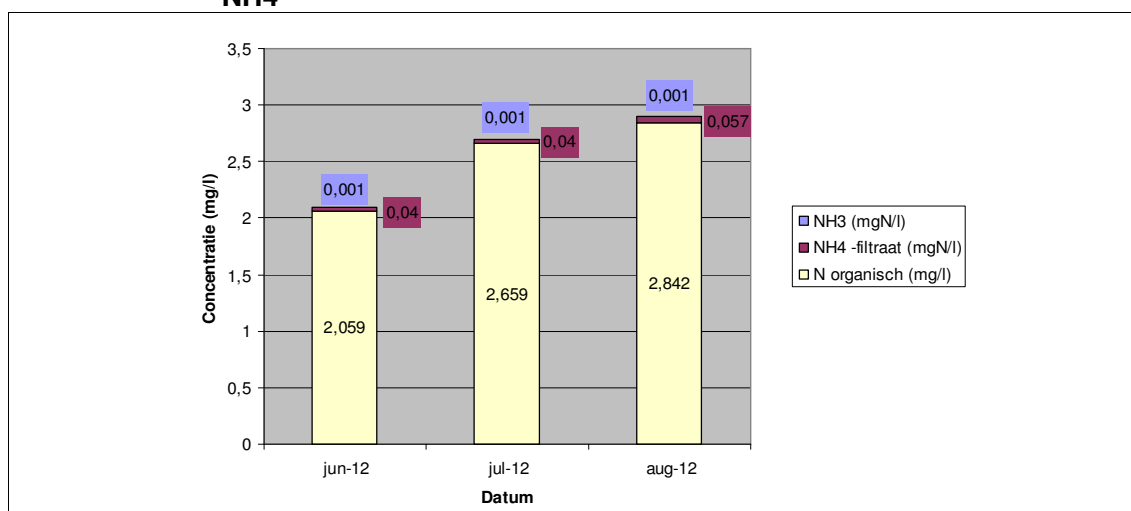
De concentraties N-totaal in de Peellandvijver liggen sinds 2010 tussen de 1,8 en 3 mgN/l. Dit ligt rond de MTR-norm voor oppervlaktewater (2,2 mg/l). N-totaal is de totale hoeveelheid stikstof in de vijver. Dit bestaat uit Kjeldahl-N, NO₂ en NO₃. NO₃ kan direct door algen benut worden voor groei. Bij de eerste meting in 2009 was nog sprake van een significante hoeveelheid NO₂ en NO₃ (1,5 mg/l). In 2010-2012 werden lage concentraties NO₂ en NO₃ gemeten. Vrijwel al het aanwezige stikstof bestaat dus uit Kjeldahl-N.

Afbeelding 5.1. Concentraties N-totaal, Kjeldahl-N en NO₂+NO₃ in de waterfase van de Peellandvijver (2009-2012)



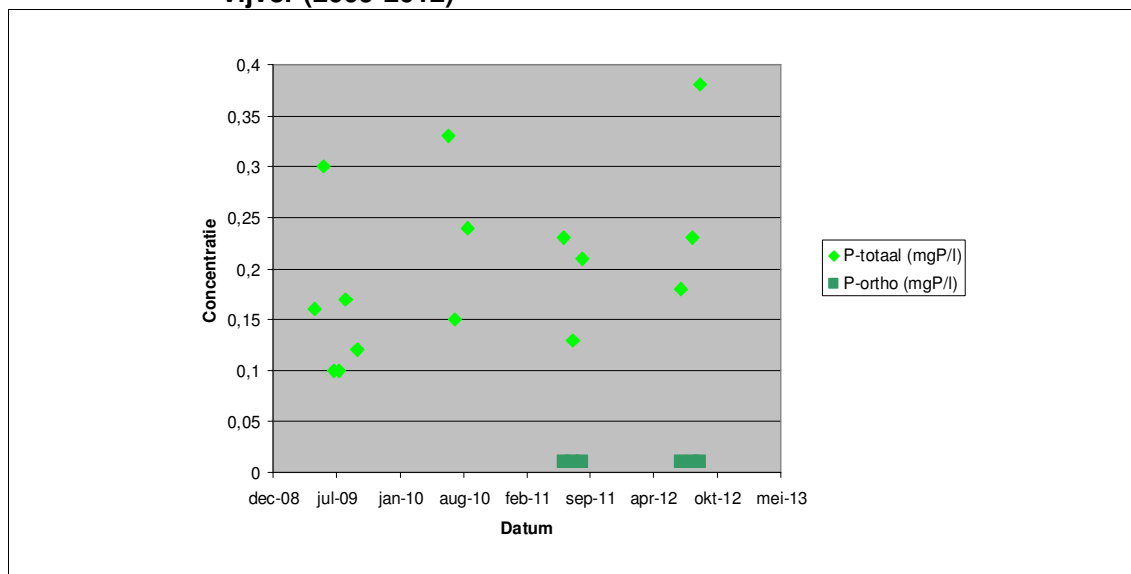
Kjeldahl-N bestaat uit NH₃, NH₄ en organisch gebonden N. De hoeveelheid organisch gebonden N is berekend door de concentraties NH₃ en NH₄ van Kjeldahl-N af te trekken. Uit de analyse blijkt dat de concentratie NH₃ en NH₄ in de Peellandvijver gering is. Het grootste deel van het Kjeldahl-N is aanwezig in de vorm van organisch gebonden N. Dit organisch gebonden N bevindt zich in (een drijflaag van) algen in de Peellandvijver.

Afbeelding 5.2. Kjeldahl-N in 2012, opgebouwd uit organisch gebonden N, NH3 en NH4



De concentraties P-totaal variëren tussen de 0,1 en 0,4 mgP/l (afbeelding 5.3). In 2011 en 2012 is naast de concentratie P-totaal ook de concentratie P-ortho gemeten. P-ortho is de hoeveelheid fosfaat, die biologisch beschikbaar is voor onder andere de groei van algen. De concentratie P-ortho is zowel in 2011 als 2012 bepaald op 0,01 mgP/l (detectielimiet). Het grootste deel van het aanwezige fosfaat bevindt zich in (een drijfslaag van) algen.

Afbeelding 5.3. Concentraties P-totaal en P-ortho in de waterfase van de Peellandvijver (2009-2012)

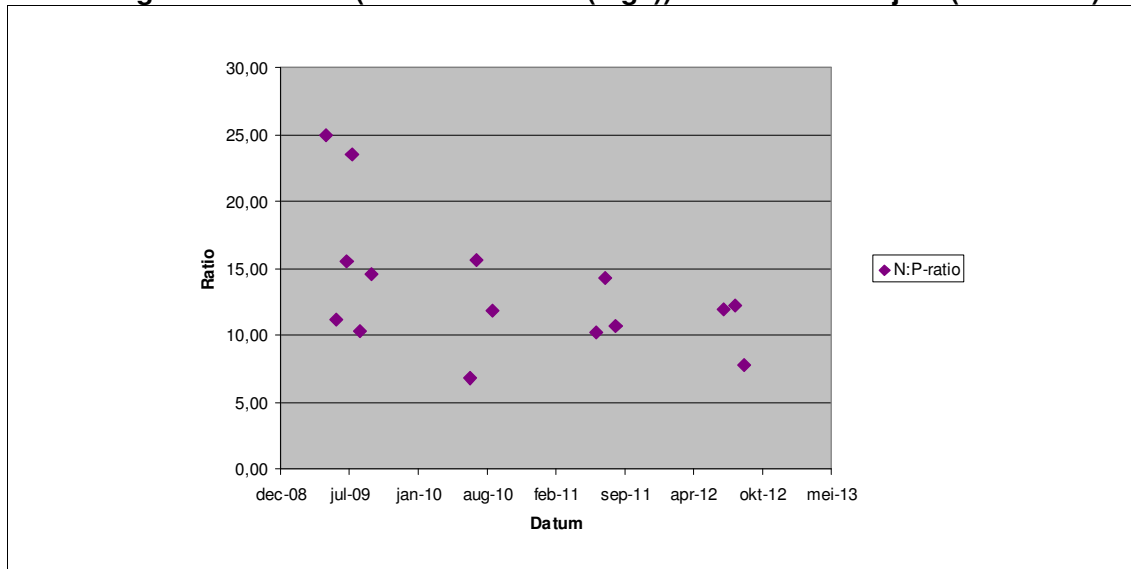


5.1.2. N:P-ratio

De N:P-ratio is de hoeveelheid N ten opzichte van de hoeveelheid P en is weergegeven in afbeelding 5.4. Bij een ratio boven de 7,2 (Redfield-ratio) kan de hoeveelheid P limiterend zijn voor de algengroei in een waterpartij. Hiervoor dient de fosfaatconcentratie wel voldoende laag te zijn om limiterend te werken. In de Peellandvijver varieert de N:P-ratio tussen de 6,5 en 16, met uitschieters naar 25. Als P de limiterende factor voor algengroei is, dan zal de concentratie P-ortho gedurende de zomer laag zijn.

Dit is het geval in de Peellandvijver (zie afbeelding 5.3). Nagenoeg al het aanwezige fosfaat wordt benut voor de groei van algen.

Afbeelding 5.4. N:P-ratio (N-totaal/P-totaal (mg/l)) in de Peellandvijver (2009-2012)



5.2. Lichtklimaat

Onderstaand wordt besproken in hoeverre het doorzicht beperkend is voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. Daarnaast wordt besproken in welke mate in de Peellandvijver algen zijn aangetroffen.

5.2.1. Doorzicht

Het doorzicht van de Peellandvijver is met 0,20 tot 0,50 m vrij beperkt. Voor herstel van ondergedoken waterplanten moet een doorzicht:diepte-ratio van minimaal 0,6 worden bereikt. Uitgaande van een gemiddelde diepte van 1,30 m bedraagt deze ratio op dit moment tussen de 0,15 en 0,40. Dit betekent dat er te weinig licht tot de bodem doordringt voor de groei en ontwikkeling van ondergedoken waterplanten.

Er zijn geen gegevens beschikbaar over de concentraties chlorofyl-a of zwevend stof. Gezien het geringe oppervlak zal zwevend stof hier niet bepalend zijn voor het geringe doorzicht, tenzij er een hoge biomassa aan bodemwoelende vis aanwezig is. Daarnaast wordt verwacht dat algen een grote invloed hebben op het doorzicht. Dit wordt ondersteund door de waarneming tijdens het veldbezoek: het water had een groene kleur.

5.2.2. Algengroei

Het aantal blauwalgen dat in de Peellandvijver is geteld varieert per jaar. In de loop van 2010 (vier tellingen) werden tussen de 350.000-760.000 algen/ml geteld, behorende tot de soorten anabaena, planktothrix en microcystis. In 2011 werden tijdens vijf tellingen tussen 76.000 en 1.400.000 blauwalgen geteld, behorende tot de soorten anabaena, aphanizomenon, planktothrix, microcystis en woronichinia. In 2012 zijn vier tellingen uitgevoerd, waarbij 58.000-1.300.000 blauwalgen geteld werden, behorende tot de soorten anabaena, aphanizomenon, planktothrix, microcystis en woronichinia.

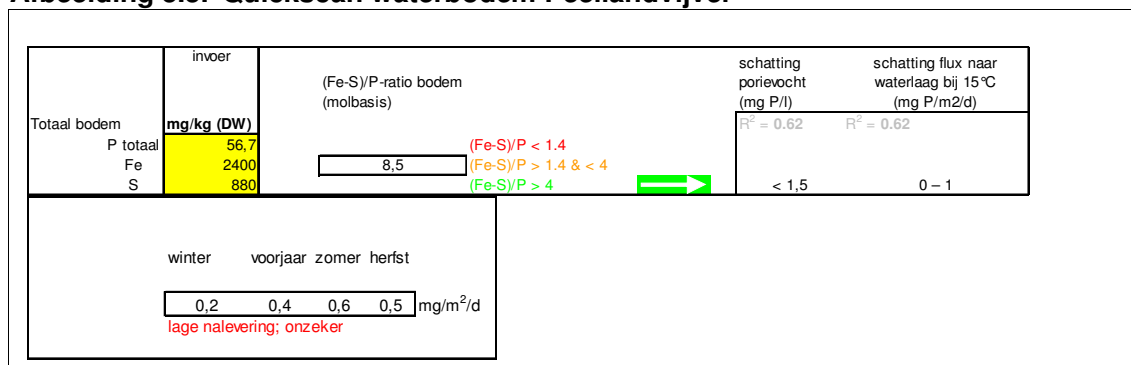
5.3. Waterbodem

De waterbodem van de Peellandvijver is in het verleden gebaggerd. Hierbij is de leemlaag beschadigd. Sinds de Peellandvijver is gebaggerd, heeft zich weer een sliblaag van 2 tot 50 cm op de bodem van de vijver ontwikkeld.

Uit ervaring weten we dat de bodem een belangrijke bron van nutriënten kan vormen. Daarnaast kan de waterbodem toxisch zijn voor waterplanten als gevolg van vorming van onder andere sulfide in het bodemvocht. Ten slotte is de waterbodem ook belangrijk als substraat voor waterplanten. Een dikke, waterige sliblaag is ongunstig voor de groei en ontwikkeling van waterplanten.

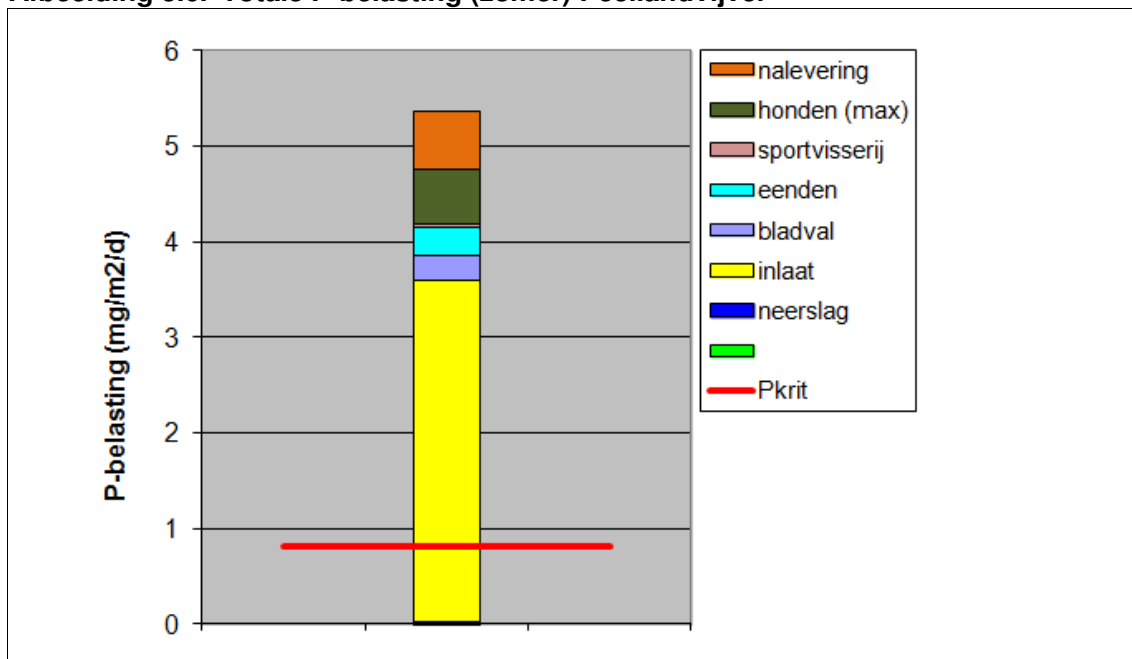
In 2011 is er een waterbodemonderzoek uitgevoerd in de Peellandvijver. In dit onderzoek zijn onder andere Fe, P en S op basis van drooggewicht bepaald. Op basis van deze waarden is de nalevering van fosfaat uit de waterbodem geschat. Hierbij is gebruik gemaakt van een waterbodem quickscan (afbeelding 5.5). De quickscan, inclusief uitleg over de methodiek, is te downloaden via de website van de STOWA. De methodiek achter de quickscan is gebaseerd op naleveringsexperimenten. De resultaten van deze experimenten zijn vertaald naar rekenregels voor het bepalen van de nalevering uit de waterbodem.

Afbeelding 5.5. Quickscan waterbodem Peellandvijver



Uit de quickscan komt naar voren dat de nalevering uit de waterbodem beperkt is (0-1 mg P/m²/d). In afbeelding 5.6 is de belasting (extern plus waterbodem) op de Peellandvijver weergegeven.

Afbeelding 5.6. Totale P-belasting (zomer) Peellandvijver*



* Nalevering is bepaald op 0,6 mgP/m²/d (zomer).

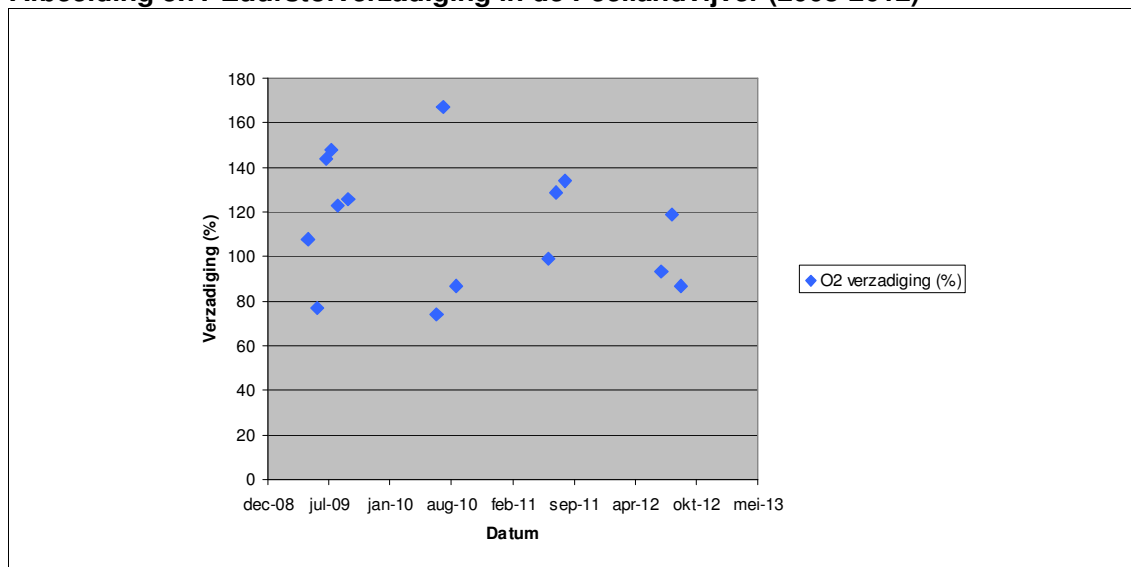
5.4. Zuurstof

De gemeten zuurstofverzadiging tussen 2009 en 2012 is weergegeven in afbeelding 5.7. In 2009 zijn zes metingen uitgevoerd. In de periode 2010-2012 zijn steeds drie metingen per jaar uitgevoerd.

De mate van zuurstofverzadiging wordt voornamelijk bepaald door afbraak- en productieprocessen. Afbraakprocessen consumeren zuurstof, daar waar productie zorgt voor een toename in verzadiging. Het waterschap heeft aangegeven dat de metingen steeds in de ochtend of de middag (7.30 uur-15.00 uur) hebben plaatsgevonden.

De zuurstofverzadiging in de Peellandvijver varieert tussen 75 % en 170 %. Als vuistregel wordt gehanteerd dat een verzadiging tussen de 75-120 % als goed wordt beoordeeld. Alle waarden boven of onder deze range worden als slecht beoordeeld. Een deel van de gemeten zuurstofconcentraties in de Peellandvijver voldoet aan de gestelde eisen, maar er is ook een aantal maal een zuurstofverzadiging gemeten, die aanzienlijk hoger ligt dan de gewenste range. Deze waarden zijn waarschijnlijk het resultaat van zuurstofproductie door algen.

Afbeelding 5.7. Zuurstofverzadiging in de Peellandvijver (2008-2012)



5.5. Ecologie

5.5.1. Vegetatie

Het is niet bekend in hoeverre er ondergedoken waterplanten in de vijver voorkomen. Gezien het beperkte doorzicht verwachten we dat er weinig tot geen ondergedoken waterplanten voorkomen. Ook tijdens het veldbezoek zijn er geen ondergedoken waterplanten waargenomen. De oevervegetatie is matig ontwikkeld. Er bevinden zich enkele rietkragen langs en in het water.

5.5.2. Vis

Bodemwoelende vis kan een substantiële rol spelen in de nalevering van nutriënten vanuit de waterbodem naar de waterfase. Er zijn echter geen gegevens bekend over de visstand in de Peellandvijver.

5.5.3. Watervogels

Tijdens het veldbezoek werden in de Peellandvijver enkele watervogels waargenomen. Het is te verwachten dat eenden door vraat de ontwikkeling van waterplanten beperken.

6. SYNTHESE OP BASIS VAN ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN

6.1. Opbouw synthese

Het systeem van de Peellandvijver is geanalyseerd volgens de Ecologische Sleutelfactoren. Hierbij is gefocust op de eerste drie Sleutelfactoren, te weten de externe nutriëntenbelasting (productiviteit water: bepalend voor algengroei), het lichtklimaat en de productiviteit van de waterbodem. In tabel 6.1 is een korte samenvatting gegeven van bovenstaande analyse. De drie Sleutelfactoren zijn hierbij in de eerste kolom weergegeven. In de tweede kolom wordt een korte diagnose per Sleutelfactor gegeven: wordt aan de voorwaarden van de Sleutelfactor voldaan (aangegeven in groen) of niet (aangegeven in rood). In de derde kolom wordt de onderbouwing van de diagnose beschreven.

6.2. Uitwerking synthese

6.2.1. Sleutelfactor 1

De externe P-belasting op de Peellandvijver ligt ver boven de kritische belasting van het systeem. De belasting op de Peellandvijver is dus een beperkende factor in het verkrijgen van een helder en plantenrijk watersysteem. Er wordt niet voldaan aan de voorwaarden voor de eerste Sleutelfactor 'productiviteit water'. Deze Sleutelfactor is rood ingekleurd in tabel 6.1.

6.2.2. Sleutelfactor 2

Het doorzicht in de Peellandvijver is niet voldoende voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. Waterplanten zijn vermoedelijk (in verband met het beperkte doorzicht) niet aanwezig in de waterpartij. Een doorzicht:diepte-ratio van minimaal 0,6 is nodig voor de ontwikkeling van waterplanten in de vijver (Jaarsma et al., 2008). De doorzicht:diepte-ratio in de Peellandvijver voldoet hier op veel plaatsen niet aan (is thans circa 0,15-0,40). Het slechte doorzicht wordt mede veroorzaakt door algen. Het aanwezige visbestand kan bovendien een rol spelen in het beperkte doorzicht (opwerveling bodemmateriaal). Er wordt dus niet voldaan aan de voorwaarden voor de tweede Sleutelfactor 'lichtklimaat'. Deze Sleutelfactor is om deze reden rood ingekleurd in tabel 6.1.

6.2.3. Sleutelfactor 3

De sliblaag in de Peellandvijver vormt geen knelpunt. Op basis van de Waterbodemquicks-can wordt de nalevering op minder dan 1 mgP/m²/d geschat. Daarom is deze Sleutelfactor groen ingekleurd in tabel 6.1.

Tabel 6.1. Diagnose waterkwaliteit de Peellandvijver (rood: voorwaarde voldoet niet, groen: voorwaarde voldoet wel)

ecologische sleutelfactor	diagnose	effect
1. productiviteit water	belasting hoger dan kritische grens	de externe P-belasting ligt boven de kritische grens van het systeem. Inlaatwater zorgt hierbij voor een hoge externe P-belasting op het systeem
2. lichtklimaat	doorzicht onvoldoende voor groei van ondergedoken waterplanten	algen zorgen voor een slecht lichtklimaat. Daarnaast wordt verwacht dat de visstand invloed heeft op het doorzicht. Het doorzicht is niet voldoende voor de groei van ondergedoken waterplanten
3. productiviteit bodem	beperkte nalevering P vanuit de waterbodem	de nalevering uit de waterbodem is beperkt en lijkt geen knelpunt te vormen

7. AANBEVELINGEN VOOR MAATREGELEN EN VERVOLGONDERZOEK

7.1. Mogelijke maatregelen

Aan de hand van de Stoplichtenmethodiek van Ecologische Sleutelfactoren zijn de mogelijke maatregelen voor de Peellandvijver bepaald (tabel 7.1).

Tabel 7.1. Mogelijke maatregelen Peellandvijver

maatregel	omschrijving	werkzaamheden
stoplicht 1: productiviteit water		
1	reducen wegzijging en inlaatwater	beperken inlaat vanuit Vreewijkse Loop en herstellen leemlaag
2	reducen bladval	verwijderen beplanting op de directe oevers
3	reducen voergebruik sportvisserij	instellen van een voerverbod
4	reducen belasting door watervogels	beperken foerageermogelijkheden, rust- en broedplaatsen
5	reducen belasting honden	instellen van een opruimplicht
6	verhogen kritische belasting	verondiepen
stoplicht 2: lichtklimaat		
7	beperken aandeel bodemwoelende vis	afvangen van grote brasem en karper
stoplicht 6: verwijdering		
8	beperken vraat door watervogels	aanleg enclosures*

* gaasconstructie

7.2. Afweging maatregelen

Voor de afweging van maatregelen is een aantal factoren van belang:

1. de maatregelen dienen voldoende effectief te zijn om een helder plantenrijk systeem te krijgen. Het toepassen van meerdere maatregelen kan hiervoor nodig zijn;
2. de maatregelen dienen duurzaam te zijn. Het ecologisch systeem dient op de lange termijn evenwichtig te zijn en dient te passen bij de natuurlijke eigenschappen van het watersysteem.

In tabel 7.2 is de effectiviteit en duurzaamheid van de verschillende mogelijke maatregelen beoordeeld.

Tabel 7.2. Effect en duurzaamheid van mogelijke maatregelen Peellandvijver

maatregel	omschrijving	effect	duurzaamheid
stoplicht 1: productiviteit water			
1	reducen wegzijging en inlaatwater door herstel van leemlaag	beperken van de wegzijging resulteert in een beperking van inlaatwater. Het volledig stoppen van waterinlaat zou de externe P-belasting verlagen met maximaal 3,6 mg P/m ² /dag tot 1,2 mg P/m ² /dag (zie afbeelding 4.1). Volledige reductie van de inlaat is echter niet realistisch, omdat er ook wegzijging door de leemlaag zal plaatsvinden. Door de afname van de wateraanvoer daalde de kritische P-belasting bovendien tot circa 0,5 mg P/m ² /dag. Hierbij komt de P-belasting dus niet onder de kritische	ja, de leemlaag is door werkzaamheden beschadigd. Herstellen van de leemlaag draagt bij aan het natuurlijk functioneren

maatregel	omschrijving	effect	duurzaamheid
		P-belasting uit van 0,5 mg P/m ² /dag maatregel zelfstandig uitvoeren is onvoldoende effectief	
2	reducen bladval door het verwijderen van beplanting (bomen en struiken)	enkel het verwijderen van alle bladverliezende vegetatie zou de externe P-belasting verlagen met maximaal 0,27 mg P/m ² /dag tot ongeveer 4,5 mg P/m ² /dag (zie afbeelding 4.1). Hierbij komt de P-belasting niet onder de kritische P-belasting uit van 0,8 mg P/m ² /dag (zie afbeelding 4.1) maatregel zelfstandig uitvoeren is onvoldoende effectief	ja, maatregel draagt bij aan een evenwichtig ecosysteem
3	reducen voorgebruik sportvisserij	door het verbieden van de het gebruik van visvoer, zou de externe P-belasting verlaagd kunnen worden met maximaal 0,04 mg P/m ² /dag tot ongeveer 4,7 mg P/m ² /dag (zie afbeelding 4.1). Hierbij komt de P-belasting niet onder de kritische P-belasting uit van 0,8 mg P/m ² /dag (zie afbeelding 4.1) maatregel zelfstandig uitvoeren is onvoldoende effectief	ja, maatregel draagt bij aan een evenwichtig ecosysteem
4	reducen aantallen watervogels door beperken foerageermogelijkheden, rust- en broedplaatsen	door het volledig reduceren van het aantal watervogels zou de externe P-belasting verlaagd kunnen worden met maximaal 0,29 mg P/m ² /dag tot ongeveer 4,5 mg P/m ² /dag (zie afbeelding 4.1). Hierbij komt de P-belasting niet onder de kritische P-belasting van 0,8 mg P/m ² /dag uit. (zie afbeelding 4.1) maatregel zelfstandig uitvoeren is onvoldoende effectief	nee, het beperken van het aantal watervogels is een niet-natuurlijke maatregel
5	reducen belasting door honden door het instellen van een omruimplicht	door het volledig reduceren van de belasting door hondenuitwerpselen zou de externe P-belasting verlaagd kunnen worden met maximaal 0,6 mg P/m ² /dag tot 4,2 mg P/m ² /dag (zie afbeelding 4.1). Hierbij komt de P-belasting niet onder de kritische P-belasting van 0,8 mg P/m ² /dag uit. (zie afbeelding 4.1) maatregel zelfstandig uitvoeren is onvoldoende effectief	ja, een opruimplicht is een duurzame maatregel
6	verhogen kritische belasting door verondieping	het terugbrengen van de gemiddelde waterdiepte van 1,3 m naar 0,8 m, zal resulteren in een toename van de kritische P-belasting tot 2,2 mg/m ² /d. N.B. bij de huidige waterin-	ja, het hydrologisch karakter van het watersysteem veranderd niet

maatregel	omschrijving	effect	duurzaamheid
		laat. De huidige belasting ligt echter hoger dan 2,2 mg/m ² /d. maatregel zelfstandig uitvoeren is onvoldoende effectief	
stoplicht 2: lichtklimaat			
7	beperken aandeel bodemwoelende vis door afvangen	in de huidige situatie is het waarschijnlijk dat het visbestand uit relatief veel bodemwoelende vis bestaat. Hierdoor wordt veel bodemmateriaal opgewerveld waardoor het doorzicht afneemt. Een lagere visbiomassa resulteert in betere groeiomstandigheden voor waterplanten maatregel zelfstandig uitvoeren is mogelijk onvoldoende effectief	nee, het regelmatig afvangen van vis is een onnatuurlijke maatregel
stoplicht 6: verwijdering			
8	beperken vraat door watervogels	door vraat te beperken, kan voor de ontwikkeling van waterplanten een kickstart gegeven worden. Afgeschermdde enclosures waarborgen de groei van waterplanten, mits het lichtklimaat voldoet maatregel zelfstandig uitvoeren is onvoldoende effectief	nee, enclosures zijn een niet-natuurlijke maatregel

7.3. Advies maatregelenpakket

Uit tabel 7.2 kan geconcludeerd worden dat het terugdringen van de belasting door inlaatwater, hondenuitwerpselen en eventueel bladval, in combinatie met het verhogen van de kritische belasting, voldoende effect kan hebben om de Peellandvijver in een heldere en plantenrijke situatie te krijgen. In tabel 7.3 is een pakket aan maatregelen opgenomen om de waterkwaliteit in de vijver te verbeteren.

Tabel 7.3. Maatregelenpakket en effecten

maatregel	omschrijving	effect	duurzaam
reducen wegzijging * en beperken inlaatwater	herstellen van de leemlaag	aanbrengen leemlaag zodat wegzijging (en dus de noodzaak voor waterinlaat) gereduceerd wordt. Er wordt geschat dat door aanbrengen van een leemlaag de wegzijging wordt gereduceerd tot circa 1,5 mm/d. Dit resulteert in een reductie van de externe belasting door inlaatwater van ongeveer 3,4 mg P/m ² /dag	ja
verondiepen **	zand storten op bestaande waterbodem	verondiepen tot gemiddeld 0,9 m resulteert, na het reduceren van de wegzijging en waterinlaat, in een	ja

maatregel	omschrijving	effect	duurzaam
		P_{krit} van 0,9 mg P/m ² /dag. Daarnaast wordt de nalevering vanuit de waterbodem beperkt (reductie van maximaal 0,6 mg P/m ² /dag)***	
reducen hondenuitwerpselen	instellen van een opruimplicht	reductie externe belasting van maximaal 0,54 mg P/m ² /dag	ja
reducen bladval	reducen begroeid areaal met bomen en struiken tot 50 m	reductie externe belasting van 0,22 mg P/m ² /dag	ja

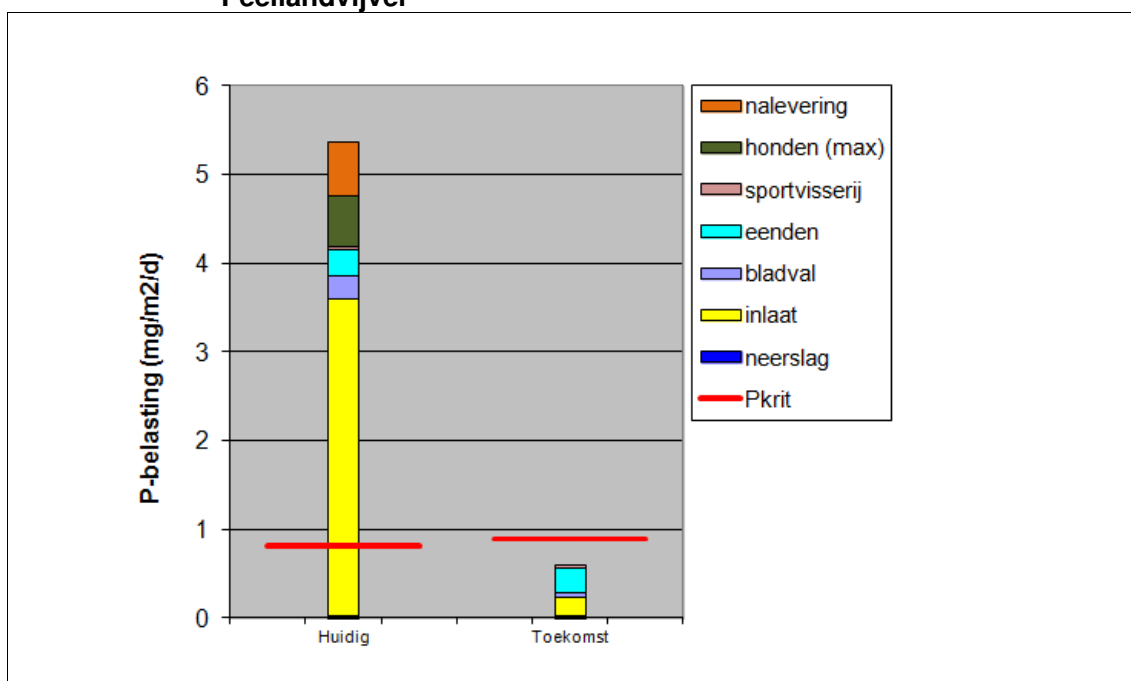
* Ook bij een leemlaag zal er sprake zijn van wegzijging, waarmee er ook na aanbrengen van een leemlaag rekening gehouden dient te worden met waterinlaat om ondiep water/droogval te voorkomen. Verwacht wordt dat door het herstellen van de leemlaag de wegzijging 1 tot 2 mm/dag zal zijn (de wegzijging is mede afhankelijk van het drukverschil tussen het grond- en oppervlaktewater en de weerstand van de leemlaag). Uitgaande van een wegzijging van 1,5 mm/d, wordt de noodzaak voor waterinlaat ten behoeve van de peilhandhaving sterk beperkt. Hiermee wordt ook de nutriëntenvracht door inlaatwater sterk beperkt.

** Bij het aanbrengen van zand om te verondiepen dient nader bepaald te worden welk type zand gebruikt gaat worden. Een ijzer-, kalk- en/of aluminiumrijke en nutriëntenarme component wordt geadviseerd. IJzer heeft (onder zuurstofrijke condities) namelijk een sterke bindingscapaciteit voor P, waardoor P uit de waterfase en waterbodem wordt gebonden en niet zal bijdragen aan algengroei.

*** Door de afname in debiet (gereduceerde inlaat door beperking wegzijging tot 1,5mm/d) neemt de kritische belasting af tot ongeveer 0,55 mg/m²/d. Door te verondiepen kan de kritische belasting weer worden verhoogd.

In afbeelding 7.1 zijn de berekende belasting en kritische belasting weergegeven. Het maatregelpakket resulteert in een belasting van ongeveer 0,61 mg P/m²/dag. De toelaatbare berekende kritische P-belasting bedraagt ongeveer 0,9 mg P/m²/dag. De belasting is slechts een fractie lager dan de kritische belasting. Met het voorgestelde maatregelenpakket zal er impuls gegeven worden aan het verbeteren van de waterkwaliteit en ecologie van de Peellandvijver. Op basis van de analyse, berekeningen en randvoorwaarden voor maatregelen kan gesteld worden, dat het realiseren van een heldere plantenrijke waterpartij onzeker is ($P\text{-belasting} \approx P_{krit}$). Hierbij moet opgemerkt worden dat is uitgegaan van een externe P-belasting van het inlaatwater, dat gebaseerd is op een gemiddelde P-concentratie uit het Kanaal van Deurne. Als wordt uitgegaan van de P-concentratie in de Vreewijkse Loop, zal de externe belasting door inlaatwater lager zijn. Er wordt ook opgemerkt dat de gehanteerde methode een theoretische aanpak is met de op dat moment beschikbare informatie.

Afbeelding 7.1. Huidige en toekomstige (na maatregelenpakket) P-belasting Peellandvijver*



* Rode lijn geeft de kritische P-belasting weer.

Er wordt geadviseerd de leemlaag in de vijver te herstellen (en er voor te zorgen dat de leemlaag gehandhaafd blijft tijdens en na onderhoudswerkzaamheden). Hierdoor neemt wegzigging af en wordt de behoefte gebiedsvreemd water in te laten sterk beperkt. Daarbij is van belang om de inlaathoeveelheid te minimaliseren tot hetgeen dat strikt noodzakelijk is. Door deze maatregel zal de belasting door inlaatwater sterk afnemen. De kritische P-belasting zal echter ook afnemen (debiet neemt af). Daarom wordt geadviseerd de vijver te verondiepen. Hierdoor wordt de kritische belasting verhoogd, wordt nalevering vanuit de waterbodem gereduceerd en zal het begroeibare areaal voor waterplanten toenemen. De maatregel 'verondiepen' heeft namelijk tot effect dat zonlicht eerder de bodem bereikt en dat de verblijftijd van het watersysteem wordt verkort. Daarnaast wordt geadviseerd een opruimplicht voor hondenuitwerpselen in te stellen en grote delen oeverbegroeiing (bomen en struiken) te verwijderen. Het reduceren van bomen en struiken op de oevers zal resulteren in een afname van de belasting door bladval.

Het weren van watervogels wordt niet haalbaar, duurzaam of natuurlijk geacht. Gezien de functie als visvijver, is het afvissen van een deel van de bodemwoelende visbiomassa waarschijnlijk ook niet haalbaar. De voergift door sportvissers wordt dusdanig laag ingeschat dat ingrijpen hierop niet nodig wordt geacht. Voorlichting aan omwonenden en sportvissers over de invloed van voer (voor zowel vissen als eenden) op de waterkwaliteit behoort wel tot de mogelijkheden. Daarbij is ook afstemming met de sportvissers nodig over de noodzaak van het verondiepen van de waterpartij voor de waterkwaliteit. Voor het succesvol uitvoeren van het maatregelenpakket is acceptatie en medewerking van bewoners en de sportvissers van belang.

7.4. Aanbevelingen voor het vervolg

Aanbevolen wordt het volgende onderzoek uit te voeren om een beter systeembegrip te krijgen:

- jaarrond meten van de grond- en oppervlaktewaterstanden. Hiermee kan een beter inzicht verkregen worden van de interacties tussen het grond- en oppervlaktewater;
- jaarrond registreren van de momenten waarop er water ingelaten wordt (waarbij ook de waterstand voor en na waterinlaat geregistreerd wordt).

8. REFERENTIES

1. Baranyi, C., Hein, T., Holarek, C., Keckeis, S., Schiemer, F., 2002. Zooplankton biomass and community structure in a Danube River floodplain system: effects of hydrology. *Freshwater Biology* 47(3): 473-482.
2. Jaarsma, N., Klinge, M. & Lamers, L. 2008. Van helder naar troebel... en weer terug. Rapport STOWA 2008-04. ISBN 978.90.5773.386.4.
3. Loeb, R. & Verdonschot, P.F.M., 2008. Complexiteit van nutriëntenlimitaties in oppervlaktewateren. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 128. 69 bladzijden.
4. Van Emmerik, W.A.M. & Peters, J.A. 2009. Invloed lokvoer op waterkwaliteit. Literatuurstudie Sportvisserij Nederland.
5. Van de Weerd, H. & Torenbeek, R. 2007. Uitspoeling van meststoffen uit grasland-emissieroutes onder de loop. STOWA-rapport 2007-14. ISBN 978.90.5773.364.2.
6. Van der Wijngaart, T., Schep, S. & Chan, P.M., 2012. Factsheets uitkomsten watermozaiekprojecten 2009-2012: bouwstenen van kennis. STOWA.
7. Van Zuilichem, H. 2011. Kwaliteitsoordeel stadswater 2007-2010. Rapport waterschap Aa & Maas.
8. Waajen, G., 2012. Conceptnotitie ten behoeve van achtergrondrapport Kansrijke Innovatieve Maatregelen Bestrijding Blauwalgenoverlast: vijver Mgr. Schaepmanlaan Dongen. waterschap Brabantse Delta.
9. Witteveen+Bos, 2006. Waterkwaliteitsspoor Moordrecht. In opdracht van hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard.
10. <http://atlas.brabant.nl/wateratlas>.
11. www.rivm.nl.
12. www.stowa.nl/upload/publicaties/QuickScan%20v1%2002.xls.
13. www.waterbodernl.nl.