Witteveen + Bos

Waterschap Aa en Maas

Watersysteem- en bronanalyse knelpunten stedelijk water

deelrapport 't Ven te Veghel



Witteveen+Bos

Waterschap Aa en Maas

Watersysteem- en bronanalyse knelpunten stedelijk water

deelrapport 't Ven te Veghel

referentie	projectcode	status
HT449-1/14-005.428	HT449-1	definitief 03
projectleider	projectdirecteur	datum
drs.ing. A. Balla	ir. Th.G.J. Witjes	14 maart 2014

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	drs.ing. A. Balla	

Witteveen+Bos
Willemstraat 28
Postbus 3465
4800 DL Breda
telefoon 076 523 33 33
fax 076 514 44 42
www.witteveenbos.nl

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm, hetzij elektronisch, mechanisch dan wel met digitale technieken door fotokopieën, opnamen, internet of op enige andere wijze zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende Ingenieurs B.V. noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

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 6
2.2.3. Nutriëntenbelasting vs. kritische belasting 6
2.3. Lichtklimaat 7
2.4. Productiviteit bodem 7

3. FUNCTIONEREN WATERSYSTEEM 't VEN **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 11

4. WATER- EN STOFFENBALANS **13**
4.1. Waterbalans 13
4.1.1. Kwel en infiltratie 13
4.1.2. Berekende waterstanden 14
4.2. P-belasting vs. kritische belasting 14
4.2.1. Kritische P-belasting 14
4.2.2. Belastingbronnen 15
4.2.3. Externe P-belasting vs. kritische belasting 16
4.3. Kanttekeningen 17

5. WATERKWALITEIT EN ECOLOGIE **19**
5.1. Nutriënten 19
5.1.1. Nutriëntenconcentraties 19
5.1.2. N:P-ratio 21
5.2. Lichtklimaat 21
5.2.1. Doorzicht 22
5.2.2. Algengroei 22
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 25

6. SYNTHESE OP BASIS VAN ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN **27**
6.1. Opbouw synthese 27
6.2. Uitwerking synthese 27
6.2.1. Sleutelfactor 1 27
6.2.2. Sleutelfactor 2 27
6.2.3. Sleutelfactor 3 27

7. AANBEVELINGEN VOOR MAATREGELEN EN VERVOLGONDERZOEK **29**
7.1. Mogelijke maatregelen 29
7.2. Afweging maatregelen 29
7.3. Advies maatregelenpakket 32
7.4. Discussie en onzekerheden 34
7.4.1. Visstandonderzoek 36
7.5. Monitoren grondwaterkwaliteit 36
7.5.1. Monitoren oppervlaktewaterkwaliteit 37
7.5.2. Tellingen watervogels 37
7.5.3. Monitoren voergebruik sportvisserij 38

8. REFERENTIES **39**

laatste bladzijde **39**

BIJLAGEN **aantal blz.**
I Gehanteerde verdampingsfactoren 1
II Neerslag en verdamping meetstation Volkel 1

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

Waterschap Aa en Maas heeft zich voorgenomen om samen met de gemeenten voor vijf waterpartijen in het stedelijk gebied maatregelen te treffen voor het verbeteren van de waterkwaliteit. Hierbij is de gemeente de 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. 't 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 om 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. Hierbij wordt gericht op het vaststellen van kansrijke maatregelen. Maatregelen zijn daarbij kansrijk indien ze voldoende effectief en duurzaam zijn.

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 3 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 ‘t Ven te Veghel.

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 van het 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. Beschaduwing 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 drie (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[1].

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 zonder inlaatpunt maar met een uitlaatpunt (zoals ‘t Ven). In het rood is aangegeven welke onderdelen van de waterbalans bepalend zijn voor de chlorideconcentratie en de externe nutriëntenbelasting.

[1] Met het bakje percelen, wordt een waterbalans voor het grondwater in de percelen doorgerekend.

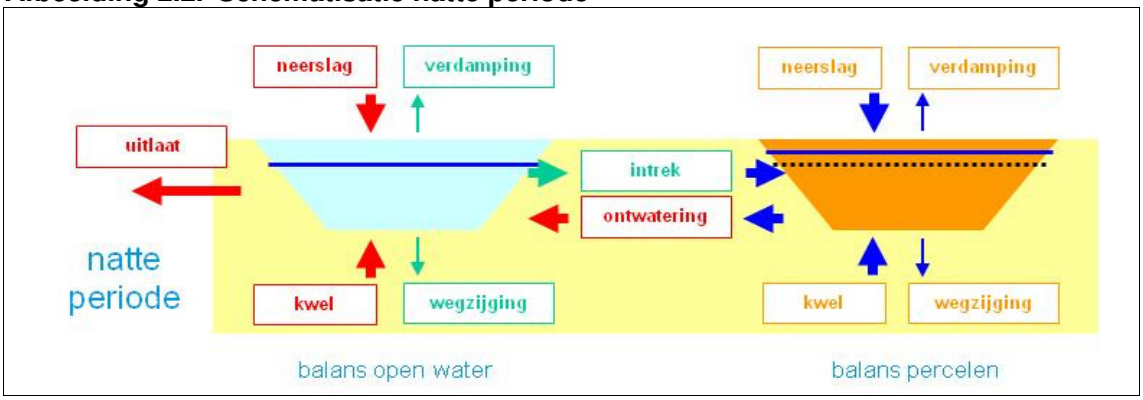
Bakje ‘percelen’
Het watertekort- en overschot in de **percelen** wordt bepaald in het bakje ‘percelen’, op basis van:
1. kwel en wegzijging;
2. neerslag en verdamping;
3. ontwatering[1] naar bakje ‘open water’ en intrek[2] vanuit bakje ‘open water’.

Als het peil in het bakje ‘percelen’ boven het waterpeil in het bakje ‘open water’ uitkomt, dan is er sprake van ontwatering waarbij er water vanuit het bakje ‘percelen’ (door de bodem) wordt afgevoerd naar het bakje ‘open water’. Door ontwatering worden nutriënten met het grondwater naar het oppervlaktewater getransporteerd. Dit wordt uitspoeling van nutriënten genoemd. Als het peil in het bakje ‘percelen’ onder het waterpeil in het bakje ‘open water’ uitkomt, dan is er sprake van intrek waarbij er water (via de natte oeverzone) van het bakje ‘open water’ afvoert naar het bakje ‘percelen’. Het bakje ‘percelen’ simuleert dus het grondwater in de waterpartij gelegen groenzone en daarmee de wateraanvoer en -afvoer vanuit de naastgelegen groenzone 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. ontwatering naar het bakje ‘open water’ en intrek naar het bakje ‘percelen’.

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 + marge uitkomt. Er wordt water aangevoerd als het peil in het bakje ‘open water’ onder het streefpeil + marge uitkomt. Op locatie ‘t Ven is er een uitlaat (drempelconstructie) aanwezig, waarmee er water afgevoerd wordt. Er is geen waterinlaat, waardoor de waterstand kan dalen. Er is wel een uitlaat aanwezig in de vorm van een drempel.

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.

---

1 Met ontwatering wordt bedoeld de afvoer van water uit percelen door de grond (en eventueel via drains).

2 In hydrologische studies wordt vaak de term inzijging aangehouden. Daarmee wordt dan de neerwaartse (grond-water)stroming bedoeld. De term intrek wordt aangehouden omdat het hier een zijdelingse stroming betreft vanuit het oppervlaktewater naar het grondwater.

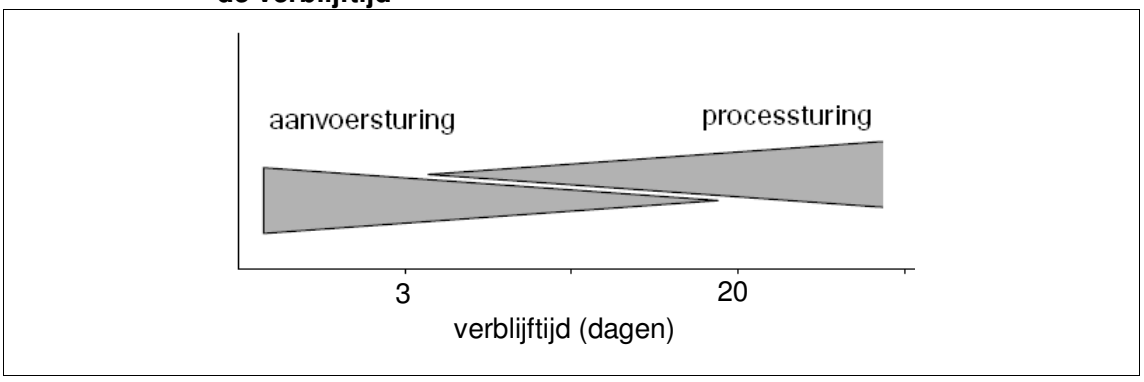
Kwel en ontwatering zijn voor het open water aanvoerstromen van grondwater. Daarbij is kwel de opwaartse grondwaterstroming (afkomstig van diep grondwater) en is ontwatering de grondwaterstroming vanuit de naastgelegen percelen (zijwaartse grondwaterstroming). Bij de balansberekening is de kwelpost een constante waarde (waarde die ingevoerd wordt in de balans). De ontwatering wordt berekend op dagbasis. Op het moment dat er een grondwaterstand wordt berekend, dat hoger is dan de waterstand in het open water, dan wordt er aanvoer naar het bakje open water door ontwatering doorgerekend.

2.2.2. Verblijftijd

De verblijftijd wordt berekend aan de hand van het watervolume en het gemiddelde inkomende debiet (som van neerslag, ontwatering, 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 de (op termijn) de interne belasting (nalevering vanuit de bodem) bepaald.

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 geschat door middel van een quickscan (zie paragraaf 5.3).

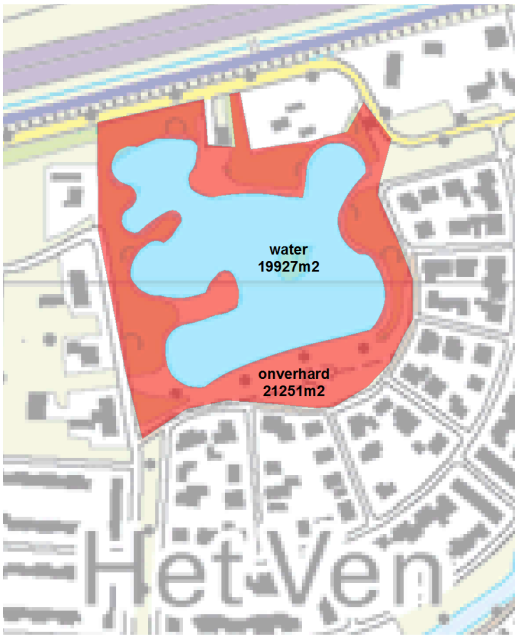
In deze quickscan dienen de parameters P-totaal, Fe en S in de bodem (droog- of versgewicht), het bodemvocht of als fractie Olsen-P ingevuld te worden. De quickscan berekent vervolgens hoeveel de verwachte nalevering van P uit de bodem kan bedragen. Er is een sterke relatie is tussen productiviteit van 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 ’T VEN

3.1. Algemeen

’t Ven is een visvijver in de gemeente Veghel met een oppervlakte van ongeveer 2 ha. De naastgelegen groenzone langs ‘t Ven kan beschouwd worden als afwaterend gebied op ‘t Ven en heeft een oppervlak van 2,1 ha (zie afbeelding 3.1, waarbij het oppervlak is bepaald met GIS). In afbeelding 3.1 is ’t Ven (blauwe arcering) en de afwaterende oeverzone (rode arcering) weergegeven. De visvijver is ongeveer 10 jaar geleden uitgebreid naar het huidige formaat (mededeling Theo Lemmers, gemeente Veghel). De gemiddelde waterdiepte is 2,5 m (mededeling waterschap).

Afbeelding 3.1. Locatie ’t Ven in Veghel



Op basis van boringen in de omgeving van ’t Ven (DINO-loket) blijkt dat de bodem uit zand bestaat. Daarom wordt er van uitgegaan dat ook de waterbodem van ’t Ven uit zand bestaat. Het is niet bekend of een sliblaag op de waterbodem aanwezig is. In de vijver is in de zomer van 2010, 2011 en 2012 blauwalg geconstateerd (mededeling waterschap). Tijdens het veldbezoek op 20 september 2012 werden er ook drijflagen van blauwalg waargenomen.

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 meteoreeksen) en (een indicatie van) de mate van kwel en/of wegzijging (paragraaf 2.2). In de paragrafen 3.2.1-3.2.3 zijn de uitgangspunten voor de waterbalans bepaald.

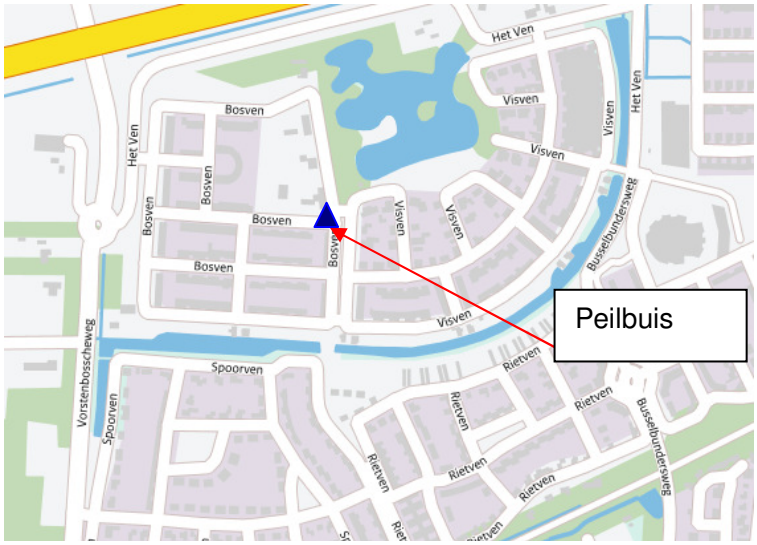
3.2.1. In- en uitlaatpunten

't Ven is niet voorzien van een waterinlaat. De vijver wordt gevoed door grondwater en regenwater. 't Ven is voorzien van een uitlaat. Deze voert water af als het waterpeil te hoog wordt. Tijdens een éénmalige inmeting begin september 2012 is er door de landmeters van de gemeente Veghel de hoogte van de drempel van de uitlaat gemeten: NAP +7,74 m. De uitlaat bevindt zich aan de westzijde van de vijver.

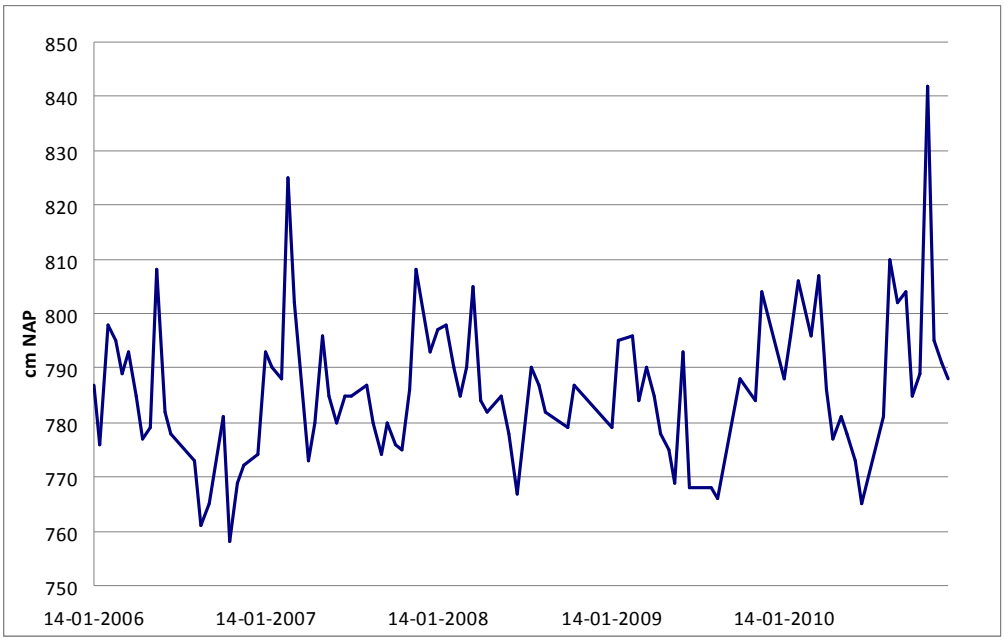
3.2.2. Grondwatersysteem

Direct ten zuiden van de vijver staat er een peilbuis van de gemeente. In afbeelding 3.2 is deze peilbuis weergegeven (de peilbuis is met blauw driehoek aangegeven). De waterstand in de peilbuis (2006-2010) is weergegeven op afbeelding 3.3. In de periode 2006 tot en met 2010 fluctueerde de grondwaterstand in de peilbuis tussen de NAP +7,58 en 8,42 m. De hoogste waterstanden worden over het algemeen gemeten in de winter. De laagste grondwaterstanden worden over het algemeen gemeten aan het eind van de zomer.

Afbeelding 3.2. Locatie peilbuis 't Ven (Bosven 415)



Afbeelding 3.3. Grondwaterstanden (cm +NAP) peilbuis ten zuiden van 't Ven



Bij graafwerkzaamheden voor de uitbreiding van 't Ven een aantal jaar terug werd een grote wel van grondwater waargenomen (mededeling Theo Lemmers, gemeente Veghel). Uit de gegevens van de wateratlas Noord-Brabant blijkt dat ter hoogte van de vijver sprake is van sterke kwel. Uit deze informatie kan geconcludeerd worden, dat 't Ven wordt beïnvloed wordt door kwelwater.

3.2.3. Oppervlaktewaterstand

Tijdens een eenmalige inmeting begin september 2012 is er door de landmeters van de gemeente Veghel een waterpeil gemeten van NAP +7,74 m (dit is gelijk aan de hoogte van de drempel van de uitlaat). In de waterbalans is dit aangehouden als het initieel oppervlaktewaterpeil.

4. WATER- EN STOFFENBALANS

4.1. Waterbalans

De waterbalans wordt uitgevoerd voor een langjarige periode (1993 tot en met 2012). In de waterbalans zijn de neerslag- en verdampingshoeveelheden ingevoerd van meetstation Volkel (zie bijlage II). Hiermee zijn de aangehouden neerslag- en verdampingsgetallen representatief voor Oost-Brabant. Doel van de waterbalans is het verkrijgen van inzicht in verblijftijden en de wateraan- en afvoerhoeveelheden.

4.1.1. Kwel en infiltratie

Om inzicht te krijgen in de kwelbijdrage heeft het waterschap de chlorideconcentratie in 't Ven gemeten (eenmalige meting). Op 10 december 2012 is een chlorideconcentratie gemeten van 24 mg/l (Aquon, 2012). Met behulp van een chloridebalans is kwelaanvoer bepaald. Uitgangspunten daarbij zijn:

- een concentratie chloride in neerslag van 2,2 mg/l (langjarig gemiddelde Wageningen 1992-2004);
- een chlorideconcentratie in het grondwater van 40 mg/l (Van Vliet et al, 2010);
- chloride verdampt niet, waardoor er indikking plaatsvindt.

In tabel 4.1 worden de resultaten van de water- en chloridebalans en samengevat. Bij een kwelhoeveelheid van 0,8 mm/dag (292 mm/jr) wordt een chlorideconcentratie van circa 25 mg/l wordt bereikt (waarmee de gemeten concentratie van circa 24 mg/l goed wordt benaderd). In de waterbalans wordt daarom uitgegaan van 0,8 mm/dag aan kwel. Chloride is een inerte stof. De chlorideconcentratie is niet afhankelijk van omzettingsprocessen. De chlorideconcentratie fluctueert in de tijd. In perioden met veel neerslag zal de concentratie afnemen, omdat de concentratie chloride in neerslag relatief laag is. In droge en warme perioden zal de concentratie toenemen doordat chloride niet verdampt en er dus indikking van chloride plaats vindt. Omdat de chloridebalans op dagbasis doorgerekend wordt, wordt de fluctuatie in de tijd ook doorgerekend. Bij de chloridebalansberekening fluctueert de chlorideconcentratie tussen circa 20 en 30 mg/l.

Tabel 4.1. Resultaten water*- en chloridebalans (bakje open water)***

onderdeel	jaargemiddelde aanvoer mm/jaar	concentratie chloride mg/l
- ontwateringswater percelen ****	+259	40
(afvoer vanuit 'bakje' percelen naar 'bakje' open water)		
- kwel	+292	40
- directe neerslag	+759	2,2
- berekende concentratie bakje open water**		25

* 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.

** in de stoffenbalans wordt er rekening mee gehouden, dat er sprake is van indikking van stoffen in het bakje water en bakje percelen. Met indikking wordt bedoeld, dat de stofconcentratie toeneemt bij verdamping omdat de watervolume afneemt.

*** afvoerposten worden niet benoemd en zijn jaargemiddeld berekend op: 688 mm/jr verdamping open water, 138 mm/jr intrek en 484 mm/jr afvoer via uitlaat.

**** berekende waarde op basis van de waterbalans bakje percelen.

De aanvoerposten zijn als volgt berekend/ingevoerd:
- directe neerslag wordt op dagbasis berekend op basis van de gemeten neerslag-hoeveelheid;
- kwel wordt ingevoerd in de balans als een constante waarde (en wordt aangepast door het ijken van de chloridebalans);
- ontwatering wordt op dagbasis berekend (indien de berekende grondwaterstand in het bakje percelen hoger is dan de waterstand in het bakje open water).

De uitgaande posten zijn als volgt berekend:
- verdamping wordt op dagbasis berekend op basis van de gemeten verdamping;
- intrek naar grondwater wordt op dagbasis berekend (indien de berekende grondwater-stand in het bakje percelen lager is dan de waterstand in het bakje open water);
- uitlaat wordt op dagbasis berekend (indien de waterstand in het bakje open water hoger is dan de drempelhoogte van de uitlaat).

4.1.2. Berekende waterstanden

De berekende oppervlaktewaterstanden fluctueren tussen NAP +7,20 m en NAP +7,74 m. Hierbij is uitgegaan van waterafvoer via de uitlaat bij een waterstand van NAP +7,74 m.

Verblijftijd
Met de waterbalans wordt een verblijftijd berekend van ongeveer 734 dagen (de verblijftijd wordt berekend door de wateraanvoerdebiet te delen met de watervolume). De oorzaak van de lange verblijftijd is de geïsoleerde ligging van het waterlichaam. Er wordt geen water ingelaten. Door de hoge verblijftijd is het systeem procesgestuurd. Dat wil zeggen dat fysisch-chemische en ecologische processen in het gebied bepalend zijn voor de water-kwaliteit. Dit ligt ook in de lijn der verwachting voor een plas dat door kwel- en regenwater gevoed wordt.

4.2. P-belasting vs. kritische belasting

4.2.1. Kritische P-belasting

De kritische belasting is bepaald aan de hand van de diepte, het debiet en het type bodem (tabel 4.2). Als bodemtype is daarbij zand ingevoerd. Voor ’t Ven is de kritische P-belasting berekend op 0,19 mg P/m^2/dag. De kritische belasting is relatief laag, omdat ‘t Ven relatief diep is en het debiet van het inkomende water (kwel, neerslag en uitspoeling) laag is.

Tabel 4.2. Invoerwaarden en berekende kritische P-belasting voor ’t Ven volgens PCDitch (bodemtype: zand)

parameter	waarde	eenheid
waterdiepte	2,5	m
debiet (totaal inposten)	3,57	mm/d
kP	0,19	mg/m^2/dag

4.2.2. Belastingbronnen

Kengetallen
Op basis van de hydrologische uitgangspunten kan geconcludeerd worden dat de P-belasting op 't Ven deels afkomstig is van neerslag, uitspoeling[1] en kwel. Voor het kwantificeren van de bijdrage van deze bronnen aan de externe P-belasting zijn kengetallen gebruikt, welke zijn weergegeven in tabel 4.3.

Tabel 4.3. Kengetallen P

post stoffenbalans	hydrologische term	P- concentratie (mg/l)	referentie P-concentratie
neerslag	directe neerslag	0,01	RIVM meetreeksen
uitspoeling	ontwatering	0,30	Van de Weerd & Torenbeek (2007)*
kwel	kwel	0,30	Van Vliet et al., 2010

* de uitspoeling is indicatief, gebiedsspecifieke getallen ontbreken. Er zijn gegevens van de kwaliteit van het ondiep grondwater beschikbaar van de Natte Natuurparel Wijboschbroek (waterschap Aa en Maas, 2011). Met het monitoringsonderzoek zijn in 2009 en 2010 monsters genomen in 9 peilbuizen. Uit dit onderzoek is gebleken, dat de P-totaal concentratie in vrijwel alle peilbuizen sterk verhoogd is (>0,155 mg/l). Daarbij wordt opgemerkt dat het natuurgebied Wijboschbroek op enige afstand van 't Ven ligt. In Wijboschbroek is daarbij sprake van delen met infiltratiegebied en grondwater dat sterk onder invloed staat van regenwater (ook wel atmotroof genoemd).

Berekeningen
Er vindt ook externe belasting plaats via uitwerpselen van eenden, bladval en visvoer (waarnemingen veldbezoek) Onderstaand worden kort de uitgangspunten van de berekeningen voor P-belasting weergegeven:

- de P-belasting door eenden is bepaald op 0,15-0,17 kg P/eend/jaar (STOWA, 2002; Arcadis & Hoogheemraadschap Krimpenerwaard, 2006). Deze kengetallen worden landelijk veelvuldig in waterkwaliteitsonderzoeken gebruikt (onder andere in RIONED en STOWA rapporten). In de belasting voor 't Ven is uitgegaan van jaargemiddelde bezetting van 35 eenden[2] en een belasting van 0,16 kg P/eend/jaar;
- het uitgangspunt is dat elke meter begroeide oever (bomen en struiken) van een stadswater voor een vracht zorgt van 8,22 mg P/dag (Witteveen+Bos, 2006). 't Ven heeft een oeverlengte (inclusief eiland) van ongeveer 1.000 meter. De begroeide oever langs 't Ven wordt geschat op 500 meter;
- voor de berekening van de belasting door sportvisgebruik zijn de volgende randvoorwaarden meegenomen:
  - voergift per visser van 0,5 kg (Van Emmerik & Peters, 2009);
  - 183 dagen per jaar vissers (Van Eemmerik & J.S. Peters, 2009), waarbij uitgegaan is van gemiddeld 10 vissers per visbezoek (Van Emmerik & J.S. Peters, 2009);
  - 80 % van de vissers voert (aanname gebaseerd op het type visvijver: karper en witvis);
  - bovenstaande gegevens resulteren in een bijdrage van 732 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 2,2 kg P per jaar.

[1] Met uitspoeling wordt het proces bedoeld van afvoer van stoffen via ontwatering (grondwater).

[2] In de zomer van 2013 hebben nieuwe tellingen van watervogels plaatsgevonden, zie ook tabel 7.4.

4.2.3. Externe P-belasting vs. kritische belasting

De berekende huidige externe P-belasting bedraagt maximaal 1,8 mg/m²/d. De belasting is berekend aan de hand van een langjarige gemiddelde belasting (2000-2011). De grootste belastingbron is eenden (0,77 mg/m²/d). Daarbij is op basis van het veldbezoek uitgegaan van de aanwezigheid van 35 eenden (momentopname).

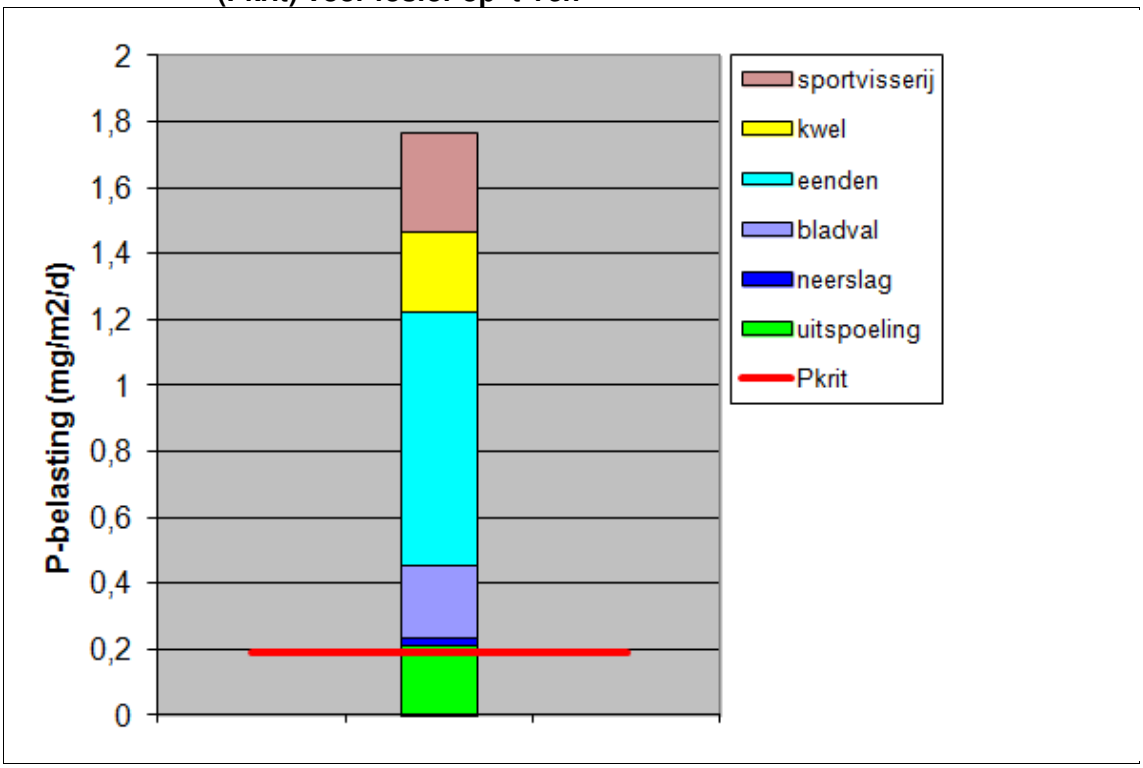
Waterbirds

Ter controle is op verzoek van het waterschap een berekening van de belasting door watervogels met het programma Waterbirds uitgevoerd. Deze berekening laat zien dat de belasting door 35 eenden op 't Ven ongeveer 0,06 mgP/m²/d bedraagt. Dit is een factor 13 lager dan de belasting berekent met de aangehouden kengetallen (die onder andere in diverse rapporten gebruikt zijn waaronder in het rapport Oppervlaktewaterkwaliteit: wat zijn relevante emissies?, Haskoning en Arcadis 2009, in opdracht van Rioned). Het is mogelijk dat de belasting overschat wordt met de aangehouden kengetallen uit het Haskoning/Arcadis rapport. Mogelijk onderschat het programma Waterbirds de belasting door watervogels. De indruk bestaat dat het programma Waterbirds niet specifiek gericht is op stedelijke waterpartijen en zich richt op alle zoetwatersystemen (vooral meren), waarbij er rekening mee gehouden wordt dat veel plantenetende watervogels hun voedsel op het land zoeken, in weilanden en hooilanden, maar 's avonds terugkeren naar de meren. Mogelijk is de belasting door watervogels bij stedelijke waterpartijen groter, omdat er sprake is van het voeren door bewoners met onder andere brood. Daarnaast dient er rekening mee gehouden te worden dat de belasting door de watervogels in de stoffenbalans mogelijk overschat wordt. Vooralsnog blijft onduidelijk waar het verschil door veroorzaakt wordt.

De belasting door kwel en sportvisserij bedragen respectievelijk 0,24 en 0,30 mg/m^2/dag. Bladval zorgt voor een belasting van 0,22 mg/m^2/dag. De belasting door uitspoeling en neerslag bedraagt respectievelijk 0,21 en 0,02 mg/m²/d (afbeelding 4.1).

Afbeelding 4.1 laat zien dat de geschatte huidige externe P-belasting ver boven de kritische belasting ligt. De belasting op 't Ven is de limiterende factor in het verkrijgen van een helder, plantenrijk watersysteem.

Afbeelding 4.1. Gemiddelde externe belasting (2000-2011) en kritische belasting (Pkrit) voor fosfor op 't Ven



4.3. Kanttekeningen

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

- de waterbalans is afgesteld op basis van een eenmalige meting van de chlorideconcentratie. In de praktijk zal de chlorideconcentratie gedurende het jaar fluctueren (door fluctuaties in de neerslagaanvoer en verdamping). Bij waterpartijen met lange verblijftijden is de verwachting dat er geen grote fluctuatie in de chlorideconcentratie is. Het waterschap heeft bevestigd dat bij geïsoleerde plassen, de fluctuatie in de chlorideconcentratie over het algemeen beperkt is (gebaseerd op analyse van meetgegevens van geïsoleerde plassen);
- met de aangehouden verdampingsfactoren wordt de verdamping mogelijk (licht) overschat. De aangehouden verdampingsfactoren zijn waarden die gangbaar zijn voor het toepassen bij water- en stoffenbalansen. Naar verwachting vormt de foutmarge voor het doel van het project geen beperking;
- de belasting op 't Ven is onder andere bepaald door middel van kengetallen. Hierdoor blijven onzekerheden in de bepaling van de belastingen bestaan. Opvallend is het verschil in de berekende belasting door de watervogels met de aangehouden landelijk veelvuldig gebruikte kengetallen met de belasting die berekend wordt met het programma Waterbirds. Mogelijk wordt de belasting door de watervogels sterk overschat in de stoffenbalans;
- de belasting door sportvisserij en watervogels berust op schattingen van respectievelijk visserijgebruik en aantallen watervogels. Deze zijn gebaseerd op het veldbezoek. In werkelijkheid kunnen het gebruik of de aantallen afwijken.

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 't Ven 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 't Ven. De gegevens die in onderstaande paragrafen besproken worden, zijn afkomstig van het waterschap Aa en Maas.

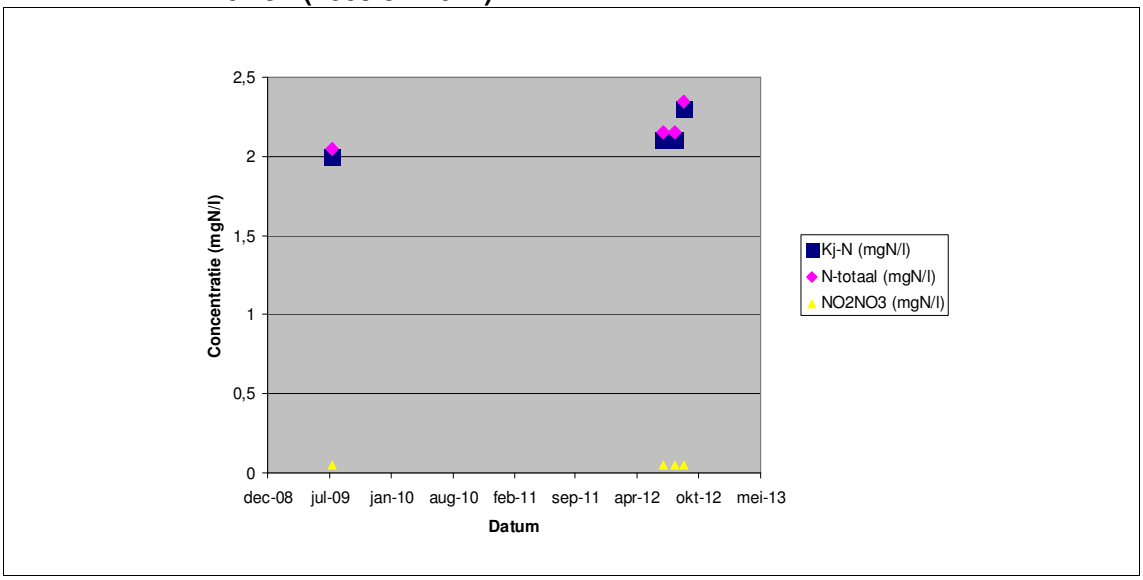
5.1. Nutriënten

Waterkwaliteitsmetingen zijn uitgevoerd in 2009 en 2012. 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.

5.1.1. Nutriëntenconcentraties

De N-totaal concentratie in 't Ven ligt in zowel 2009 als 2012 rond de MTR-norm[1] van 2,2 mg/l (afbeelding 5.1). De N-totaal concentratie wordt opgebouwd uit het Kjeldahl-N, NO2 en NO3. NO3 kan door algen benut worden voor groei. De NO2+NO3 concentraties zijn bij alle metingen erg laag (0,05 mgN/l). Vrijwel al het aanwezige stikstof is dus aanwezig in de vorm van Kjeldahl-N.

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

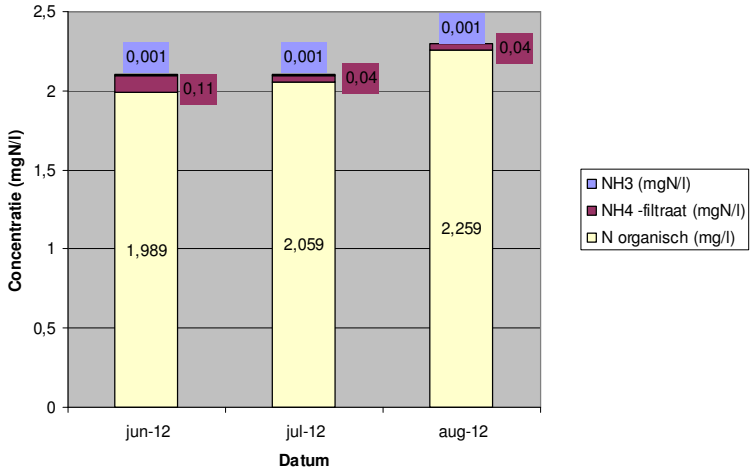


[1] Thans worden doelen afgeleid voor wateren die niet zijn aangewezen als KRW-waterlichaam, waarmee nieuwe referentiewaarden beschikbaar komen.

Kjeldahl-N bestaat uit NH3, NH4 en organisch gebonden N. De concentratie organisch gebonden N wordt berekend door de NH3 en NH4 concentraties af te trekken van de hoeveelheid Kjeldahl-N.

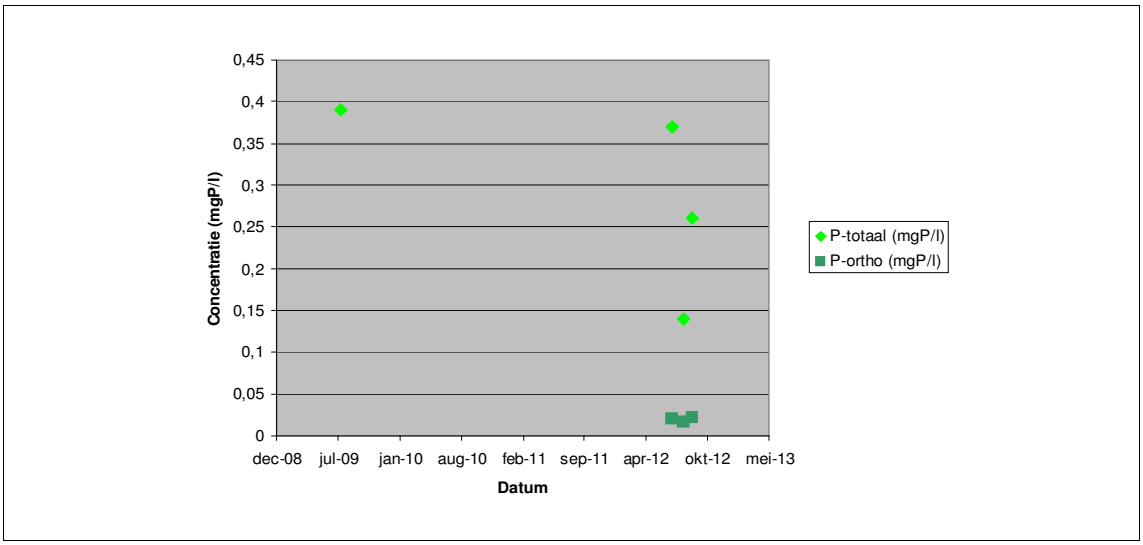
In afbeelding 5.2 het Kjeldahl-N (NH3, NH4 en organisch gebonden N) in 't Ven weergegeven. Omdat alleen van 2012 gegevens beschikbaar waren over de NH3 en NH4 concentratie is deze analyse alleen voor dat jaar uitgevoerd. Uit de analyse blijkt dat de hoeveelheid NH3 en NH4 in het water van 't Ven zeer gering is. Het grootste deel van het Kjeldahl-N is aanwezig in de vorm van organisch gebonden N. Dit organisch gebonden N bevindt zich naar alle waarschijnlijkheid in de (drijflaag van) algen in 't Ven.

Afbeelding 5.2. Opbouw Kjeldahl-N in 2012



De concentraties P-totaal en P-ortho zijn weergegeven in afbeelding 5.3. De concentraties P-totaal variëren tussen 0,14 en 0,37 mgP/l. In 2012 is naast de concentratie P-totaal ook de concentratie P-ortho gemeten. P-ortho is de hoeveelheid fosfaat die biologisch beschikbaar is. Het P-ortho kan onder andere door algen gebruikt worden voor de groei. In 't Ven is nagenoeg geen fosfaat aanwezig in de vorm van P-ortho (oftewel alle fosfaat is in gebonden). Het aanwezige fosfaat bevindt zich waarschijnlijk in de (drijflaag van) algen.

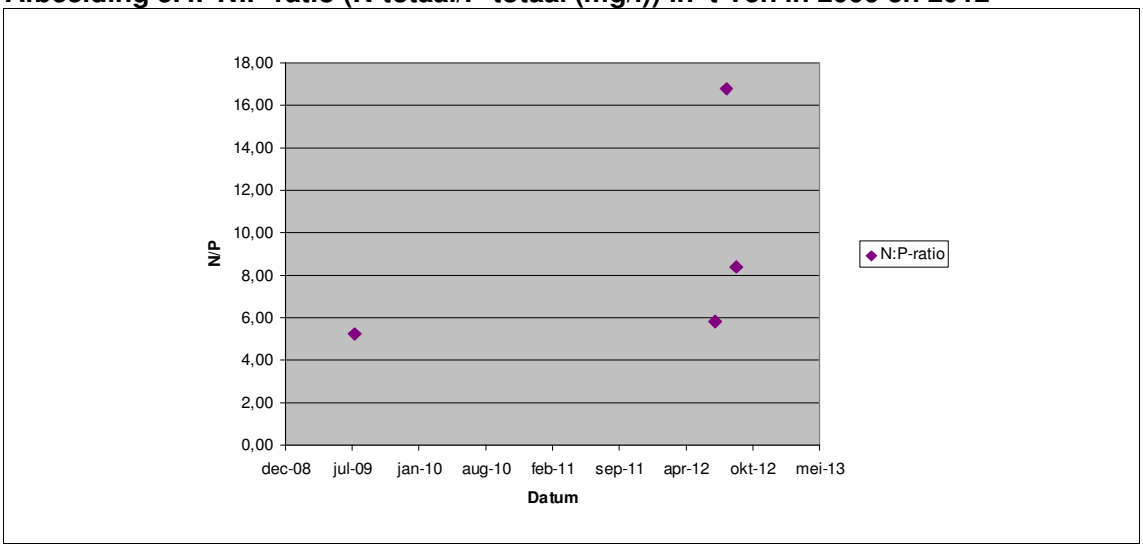
Afbeelding 5.3. Concentraties P-totaal en P-ortho in de waterfase van 't Ven, gemeten in 2009 en 2012



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 (Loeb & Verdonschot, 2008). Hiervoor dient de fosfaatconcentratie wel voldoende laag te zijn om limiterend te werken. In 't Ven schommelt de N:P-ratio rond de Redfield-ratio van 7,2. Als P de limiterende factor voor algengroei is, dan zal de concentratie ortho-P gedurende de zomer laag zijn (dit is het geval in 't Ven, zie paragraaf 5.1.1. en 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 't Ven in 2009 en 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 't Ven algen zijn aangetroffen.

5.2.1. Doorzicht

Het doorzicht in 't Ven varieert van 0,70 tot 1,10 m. De doorzicht:diepte ratio in 't Ven is, op basis van een gemiddelde diepte van 2,5 m, bepaald op 0,28-0,44. Voor het herstel van ondergedoken waterplanten is een minimale doorzicht:diepte-ratio van 0,6 vereist. Dit betekent dat in de vijver te weinig licht doordringt voor de groei en ontwikkeling van ondergedoken waterplanten.

Er zijn geen gegevens beschikbaar over de concentraties chlorofyl-a of zwevend stof. 't Ven is echter een visvijver waar naar verwachting relatief veel bodemwoelende vissoorten zoals karper en brasem voorkomen. Het is te verwachten dat de aanwezige bodemwoelende vissen, afhankelijk van de biomassa en het type waterbodem, bodemmateriaal opwervelen. Dit heeft een beperkt doorzicht tot gevolg. Gezien de blauwalgenproblematiek in 't Ven zullen ook algen een negatieve invloed hebben op het doorzicht.

5.2.2. Algengroei

Het aantal blauwalgen dat in 't Ven is geteld varieert per jaar. In de loop van 2010 (drie tellingen) werden tussen de 210.000-435.000 algen/ml geteld, behorende tot de soorten anabaena, aphanizomenon, microcystis en woronichinia. In 2011 werden tijdens twee tellingen ongeveer 270.000 en 510.000 blauwalgen geteld. Alleen woronichinia werd aangetroffen. In 2012 zijn drie tellingen uitgevoerd, waarbij het aantal blauwalgen inclusief kolonies zijn geteld. De aantallen varieerden tussen 1.600-85.000 blauwalgen en kolonies, behorende tot de soorten anabaena, aphanizomenon, microcystis en woronichinia.

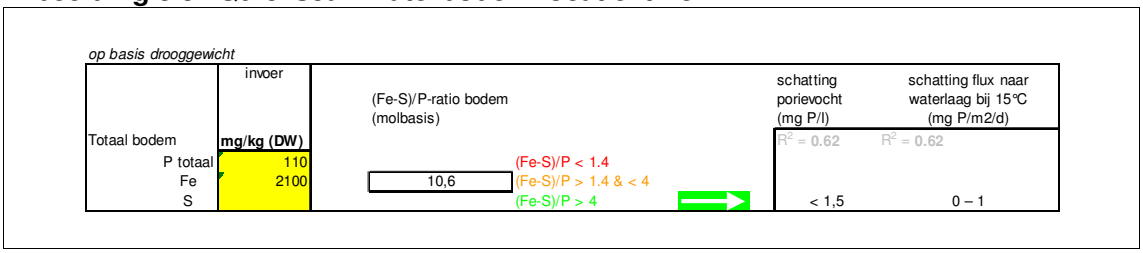
5.3. Waterbodem

Uit ervaring is bekend 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 de waterbodem van 't Ven bemonsterd. In dit onderzoek zijn onder andere Fe en P op basis van drooggewicht bepaald. Om een betrouwbare schatting te kunnen maken van nalevering van fosfaat uit de waterbodem, moet ook de hoeveelheid S in de bodem bekend zijn. S bindt namelijk beter aan Fe dan P, waardoor de hoeveelheid S in de waterbodem mede de nalevering van P bepaalt. De hoeveelheid S is echter niet bemonsterd. Op basis van de waarden van Fe en P is de nalevering van fosfaat uit de waterbodem geschat. Hierbij is gebruik gemaakt van een waterbodem quickscan (afbeelding 5.6). 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.

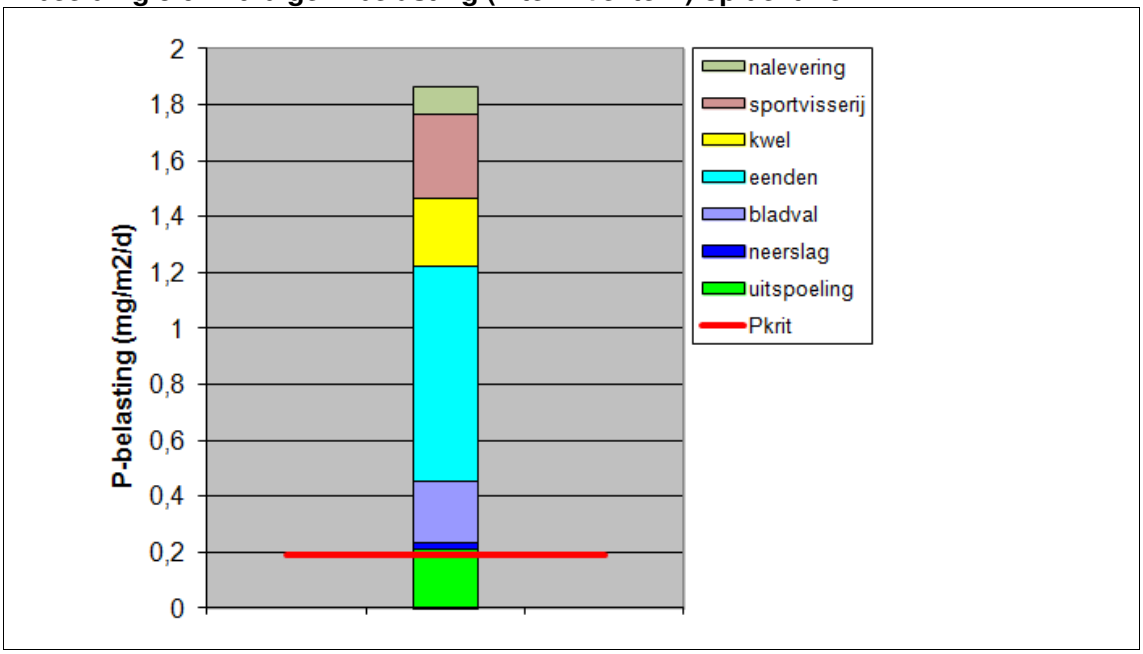
Uit de quickscan komt naar voren dat het gemeten P-totaal in de bodem beperkt is (in afbeelding 5.5 zijn de inputwaarden aangegeven). De exacte nalevering uit de waterbodem kan niet gekwantificeerd worden, aangezien de hoeveelheid S niet bekend is. Gezien de lage hoeveelheid P-totaal in de bodem, kan verwacht worden dat de nalevering laag is. Zelfs in aanwezigheid van relatief grote hoeveelheden S.

Afbeelding 5.5. Quickscan waterbodem locatie 't Ven



In afbeelding 5.6 is de P-belasting (intern+extern) weergegeven.

Afbeelding 5.6. Huidige P-belasting (intern*+extern) op de 't Ven**



* nalevering is op 0,1 mg P/m2/d gesteld;

* * rode lijn geeft de kritische P-belasting weer.

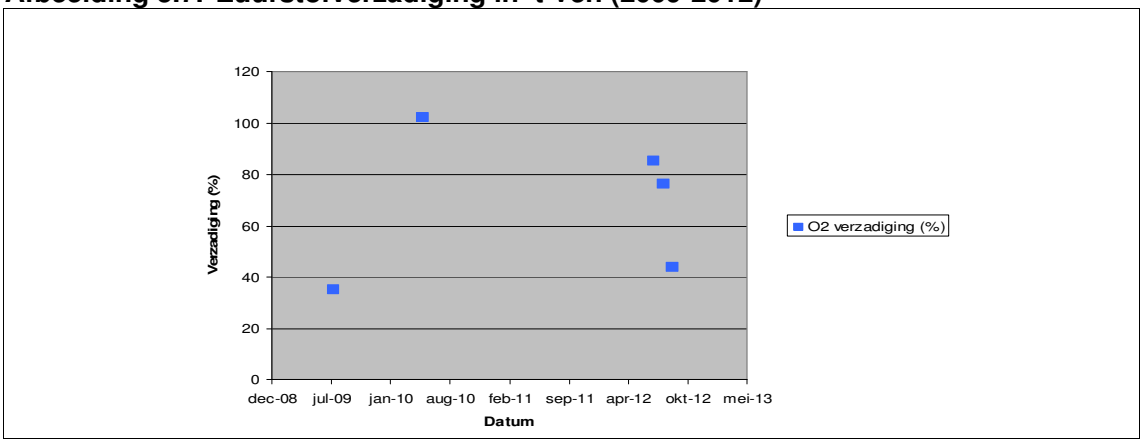
5.4. Zuurstof

De gemeten zuurstofverzadiging in de periode 2009-2012 is weergegeven in afbeelding 5.7. In 2009 en 2010 is slechts één zuurstofmeting uitgevoerd. In 2012 zijn drie metingen uitgevoerd. Voor 2011 zijn geen gegevens beschikbaar. Omdat er slecht enkele metingen zijn gedaan, kan niet in detail worden ingegaan op de zuurstofconcentraties.

De mate van zuurstofverzadiging wordt voornamelijk bepaald door afbraak- en productie-processen. Afbraakprocessen (van bijvoorbeeld organisch slib) consumeren zuurstof, daar waar productie (door bijvoorbeeld algen of waterplanten) zorgt voor een toename in verzadiging. Uit de gegevens die het waterschap heeft aangeleverd, blijkt dat de zuurstofverzadiging in de ochtend en vroege middag (07.30-14.00 uur) is gemeten.

De gemeten zuurstofverzadiging ligt tussen 35 % en 115 %. In 2012 bedroeg de zuurstofverzadiging 40 %-90 %. Als vuistregel wordt gehanteerd dat een verzadiging tussen de 75-120 % als goed wordt beoordeeld[1]. Alle waarden boven of onder deze range worden als slecht beoordeeld. Twee van de drie metingen uit 2012 vallen net binnen deze range. Bij de derde meting (uit augustus) is de zuurstofverzadiging te laag. Deze gemeten waarden laten zien dat voornamelijk zuurstofconsumerende (afbraak)processen in bepaalde perioden een belangrijke rol spelen in 't Ven. Mogelijke bronnen van zuurstofconsumptie zijn algen (gedurende de nacht) en de organische belasting als gevolg van bladval en ontlasting van watervogels. Gezien zuurstofverzadiging overdag valt te verwachten dat de verzadiging tijdens de nacht sterk daalt tot onder de 75 %.

Afbeelding 5.7. Zuurstofverzadiging in 't Ven (2009-2012)



5.5. Ecologie

5.5.1. Vegetatie

Het is niet bekend in hoeverre er ondergedoken waterplanten in de vijver voorkomen. Gezien het beperkte doorzicht is de verwachting dat er weinig ondergedoken waterplanten voorkomen (lokaal waar de waterdiepte minder is er wel voldoende doorzicht voor de vestiging van ondergedoken waterplanten). Ook tijdens het veldbezoek zijn er geen waterplanten (drijvende planten uitgezonderd) waargenomen. Omdat het water voor sportvisdoeleinden wordt gebruikt, wordt oevervegetatie op grote delen van de vijver gesnoeid. Om plekken waar niet wordt gesnoeid, is de oevervegetatie redelijk ontwikkeld.

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 relevante, recente gegevens bekend over de visstand in 't Ven. Verwacht wordt dat er een relatief hoge visbiomassa in de visvijver aanwezig is.

---

[1] Voor KRW waterlichamen van het type M1a (gebufferde sloten) geldt reeds een goed ecologisch potentieel bij een zuurstofverzadiging van 45 %. Deze sloten verschillen sterk met 't Ven. Ze zijn over het algemeen namelijk zeer ondiep en hoog productief. Hierdoor treedt in de zomermaanden sneller zuurstofloosheid op. Onder normale omstandigheden (geen overmatige algenbloei of productiviteit van de waterbodem) zouden er in 't Ven (gezien het oppervlak en relatief grotere diepte) geen lage zuurstofconcentraties gevonden moeten worden. Gezien de functie van 't Ven is een zuurstofconcentratie lager dan 75 % ook niet gewenst.

5.5.3. Watervogels

Tijdens het veldbezoek werden in ’t Ven enkele tientallen watervogels waargenomen. Daarnaast komt het voor dat er in de winter grote aantallen ganzen neerstrijken op ’t Ven (mededeling hengelsportvereniging). Van nature eet de meerderheid van deze vogels waterplanten. Het is te verwachten dat eenden door vraat de ontwikkeling van waterplanten beperken.

6. SYNTHESE OP BASIS VAN ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN

6.1. Opbouw synthese

Zoals in paragraaf 2.1 wordt genoemd, is het watersysteem van ‘t Ven geanalyseerd volgens de Ecologische Sleutelfactoren (afbeelding 2.1). 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 het effect van de diagnose beschreven.

6.2. Uitwerking synthese

6.2.1. Sleutelfactor 1

De externe P-belasting op ‘t Ven ligt ver boven de kritische belasting van het systeem. De belasting op ‘t Ven 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 ’t Ven voldoet niet altijd voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. Waterplanten zijn vermoedelijk (in verband met het beperkte doorzicht) niet aanwezig in ‘t Ven. Een doorzicht:diepte-ratio van minimaal 0,6 is nodig zijn voor de ontwikkeling van waterplanten in de vijver (Jaarsma et al., 2008). De doorzicht:diepte-ratio in ‘t Ven voldoet hier niet aan (is thans circa 0,28-0,44). Algen zorgen voor beperking van het doorzicht. 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 organische sliblaag in ‘t Ven lijkt geen knelpunt te vormen. Verwacht wordt dat er niet of nauwelijks nalevering optreedt. Er wordt voldaan aan de voorwaarden voor de derde Sleutelfactor ‘productiviteit bodem’. Daarom is deze Sleutelfactor is groen ingekleurd in tabel 6.1.

Tabel 6.1. Diagnose waterkwaliteit 't Ven (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. Eenden, kwel, bladval en sportvisserijgebruik zorgen hierbij voor een relatief hoge externe P-belasting op het systeem. De kritische belasting is laag als gevolg van de relatief grote waterdiepte en het geringe inkomende debiet
2. lichtklimaat	doorzicht vaak 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 altijd voldoende voor de groei van ondergedoken waterplanten
3. productiviteit bodem	niet of nauwelijks nalevering van P vanuit de waterbodem*	de nalevering uit de waterbodem is laag

* Dit betreft een verwachting, aangezien S niet in de waterbodem gemeten is. De hoeveelheid P in de bodem is echter dusdanig laag, dat verwacht kan worden dat nalevering (zelfs in aanwezigheid van S) laag is.

7. AANBEVELINGEN VOOR MAATREGELEN EN VERVOLGONDERZOEK

7.1. Mogelijke maatregelen

Aan de hand van de Stoplichtenmethodiek van Ecologische Sleutelfactoren zijn de mogelijke maatregelen voor 't Ven bepaald (tabel 7.1).

Tabel 7.1. Mogelijke maatregelen 't Ven

maatregel	omschrijving	werkzaamheden
stoplicht 1: productiviteit water		
1	reduceren bladval	verwijderen beplanting op de directe oevers
2	reduceren belasting door watervogels	beperken foerageermogelijkheden, rust- en broedplaatsen*
3	reduceren voergebruik sportvisserij	instellen van een voerverbod
4	reduceren kwel	aanbrengen van een leemlaag
5	verhogen kritische belasting	verondiepen
stoplicht 2: lichtklimaat		
6	beperken aandeel bodemwoelende vis	afvangen van grote brasem en karper
stoplicht 4: habitatgeschiktheid		
7	vergroten begroeibaar areaal waterplanten	flauwe taluds aanbrengen
stoplicht 6: verwijdering		
8	beperken vraat door watervogels	aanleg enclosures**

* de haalbaarheid van deze maatregel moet worden afgestemd met het waterschap en de sportvisserij.

** gaasconstructie.

7.2. Afweging maatregelen

Voor de afweging van maatregelen zijn 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. De tabel dient als indicatie voor het effect van maatregelen op de (kritische) belastingen. In paragraaf 7.3 wordt een haalbaar advies voor een maatregelenpakket gegeven.

Tabel 7.2. Effect en duurzaamheid van mogelijke maatregelen 't Ven

maatregel	omschrijving	effect	duurzaamheid
stoplicht 1: productiviteit water			
1	reduceren bladval door het verwijderen van beplanting (bomen en struiken)	enkel het verwijderen van alle bladverliezende vegetatie zou de externe P-belasting verlagen met maximaal 0,22 mg P/m²/dag tot 1,54 mg P/m²/dag (zie afbeelding 4.1). Hierbij komt de P-belasting niet onder de kritische P-belasting van 0,46 mg P/m²/dag uit (zie afbeelding 4.1) **maatregel zelfstandig uitvoeren is onvoldoende effectief**	ja, maatregel draagt bij aan een evenwichtig ecosysteem
2	reduceren aantallen watervogels door beperken foerageermogelijkheden, rust- en broedplaatsen	door het halveren van het aantal watervogels zou de externe P-belasting verlaagd kunnen worden met maximaal 0,38 mg P/m²/dag tot 1,38 mg P/m²/dag (zie afbeelding 4.1). Hierbij komt de P-belasting niet onder de kritische P-belasting van 0,46 mg P/m²/dag uit. (zie afbeelding 4.1) ** **maatregel zelfstandig uitvoeren is onvoldoende effectief**	nee, het beperken van het aantal watervogels is een niet-natuurlijke maatregel
3	reduceren voergebruik sportvisserij	door het verbieden van de het gebruik van visvoer, zou de externe P-belasting verlaagd kunnen worden met maximaal 0,30 mg P/m²/dag tot 1,46 mg P/m²/dag (zie afbeelding 4.1). Hierbij komt de P-belasting niet onder de kritische P-belasting van 0,46 mg P/m²/dag uit (zie afbeelding 4.1) **maatregel zelfstandig uitvoeren is onvoldoende effectief**	ja, maatregel draagt bij aan een evenwichtig ecosysteem.
4	reduceren van kwel door aanbrengen van een leemlaag*	enkel het volledig reduceren van kwel zou de externe P-belasting verlagen met maximaal 0,24 mg P/m²/dag tot 1,52 mg P/m²/dag (zie afbeelding 4.1). Hierbij komt de P-belasting niet onder de kritische P-belasting uit van 0,46 mg P/m²/dag (zie afbeelding 4.1) **maatregel zelfstandig uitvoeren is onvoldoende effectief**	nee, de van nature aanwezige kwel wordt sterk beïnvloed
5	verhogen kritische belasting door verondieping	het terugbrengen van de gemiddelde waterdiepte van 1,5 m naar 1,0 m (debiet en bodemtype blijven hetzelfde), zal resulteren in een toename van de kritische P-belasting tot 0,81 mg/m²/d. De huidige belasting ligt echter hoger	ja, het hydrologisch karakter van het watersysteem verandert niet

maatregel	omschrijving	effect	duurzaamheid
		dan 0,81 mg/m²/d **maatregel zelfstandig uitvoeren is onvoldoende effectief**	
stoplicht 2: lichtklimaat			
6	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 afvangen van vis is een onnatuurlijke maatregel mits de visstand zichzelf in stand houdt (dus: geen uitzet plaatsvindt) visstandbeheer kan in bepaalde gevallen een oplossing zijn om versneld een betere toestand te krijgen
stoplicht 4: habitatgeschiktheid			
7	vergroten begroeibaar areaal waterplanten	in de huidige situatie is de vijver volledig beschoeid, waardoor macrofyten (en ondergedoken waterplanten nabij de oever) niet of nauwelijks de kans hebben om zich te ontwikkelen. Door (delen van) de oever in te richten met flauwe taluds, kan de ontwikkeling van waterplanten worden gestimuleerd (areaalvergroting ondiepe oeverzones). Hierdoor neemt de robuustheid van het systeem toe. **maatregel zelfstandig uitvoeren is onvoldoende effectief**	ja, de huidige situatie is onnatuurlijk (beschoeiing)
stoplicht 6: verwijdering			
8	beperken vraat door watervogels	door vraat te beperken, kan de ontwikkeling van waterplanten een kickstart gegeven worden. Afgeschermde enclosures waarborgen de groei van waterplanten, mits het lichtklimaat voldoet **maatregel zelfstandig uitvoeren is onvoldoende effectief**	nee, enclosures zijn een niet-natuurlijke maatregel

* ingrepen zoals de toevoeging van fosfaatbindende stoffen (Phoslock, ijzersuppletie, et cetera) zijn niet in het advies meegenomen. Deze maatregelen worden volgens de definitie namelijk niet duurzaam geacht.

** mogelijk is de belasting van watervogels lager, omdat met het programma Waterbirds een lagere belasting berekend wordt. Vooralsnog wordt het aanhouden van de belasting berekend met het programma Waterbirds als een risico beschouwd en is dit niet aangehouden bij de berekening.

7.3. Advies maatregelenpakket

Uit tabel 7.2 kan geconcludeerd worden dat afzonderlijke maatregelen onvoldoende effect hebben om 't Ven in een heldere en plantenrijke situatie te krijgen. In tabel 7.3 is een pakket aan maatregelen opgenomen om 't Ven in een heldere en plantenrijke situatie te krijgen. Bij de keuze van de maatregelen is rekening gehouden met het uitgangspunt van het realiseren van een duurzaam watersysteem. Verder is er rekening meegehouden dat 't Ven een visvijver is.

Tabel 7.3. Maatregelenpakket en effecten

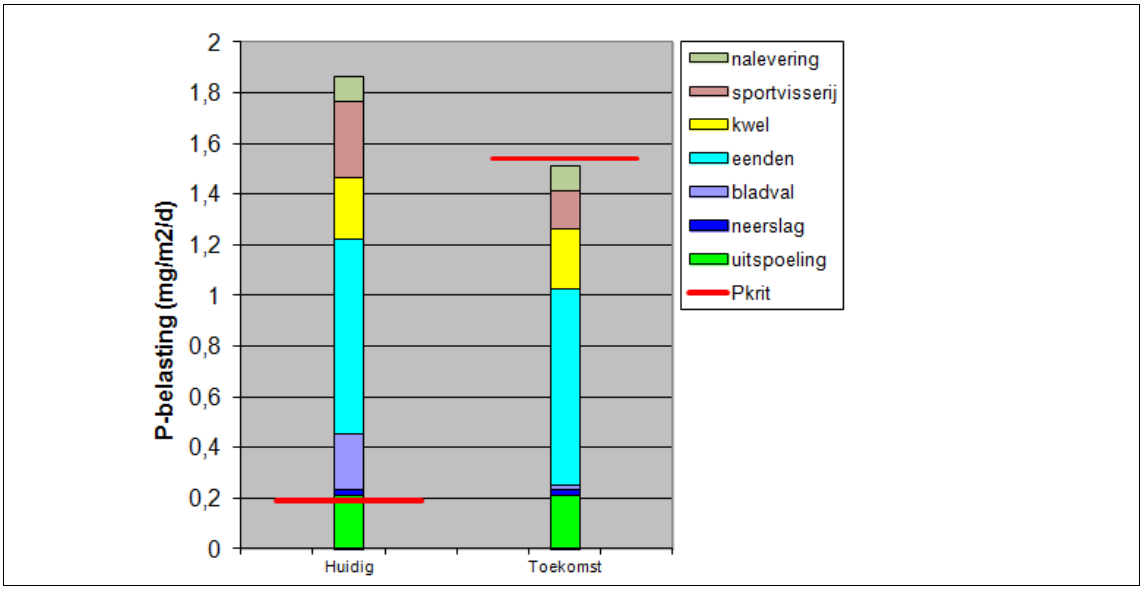
maatregel	omschrijving	effect	duurzaam
verondiepen*	zand storten tot een gemiddelde diepte van 0,75 m is bereikt	P_{krit} verhoogd tot 1,51 mg P/m²/dag	ja
reduceren bladval	reduceren begroeid areaal met bomen en struiken tot 50 m	reductie externe belasting van 0,20 mg P/m²/dag	ja
reduceren voergift**	reduceren van de voergift met 50 %	reductie externe belasting van 0,15 mg P/m²/dag	ja
visstand monitoren, maken van afspraken met sportvissers en afvangen van vis	nagaan of er sprake is van een groot bestand aan bodemwoelende vissen, overleg met de sportvissers, de bodemwoelende vis wordt vervolgens indien daar aanleiding voor is eenmalig afgevangen	er kan een nieuwe visgemeenschap ontstaan zonder bodemwoelende vissen	ja

* 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.

** haalbaarheid moet worden afgestemd met de sportvisserij.

In afbeelding 7.1 zijn de berekende belasting en kritische belasting weergegeven. Het maatregelpakket resulteert in een belasting van 1,40 mg P/m²/dag. De toelaatbare berekende kritische P-belasting bedraagt 1,54 mg P/m²/dag. De belasting is nagenoeg van gelijke grootte als de kritische belasting. Met het voorgestelde maatregelenpakket zal er impuls gegeven worden aan het verbeteren van de waterkwaliteit en ecologie van 't Ven. Op basis van de analyse, berekeningen en randvoorwaarden voor maatregelen kan gesteld worden dat het realiseren van een heldere plantenrijke waterpartij onzeker is (P-belasting ≈ Pkrit). Er wordt opgemerkt dat de gehanteerde methode een theoretische aanpak is met de op dat moment beschikbare informatie.

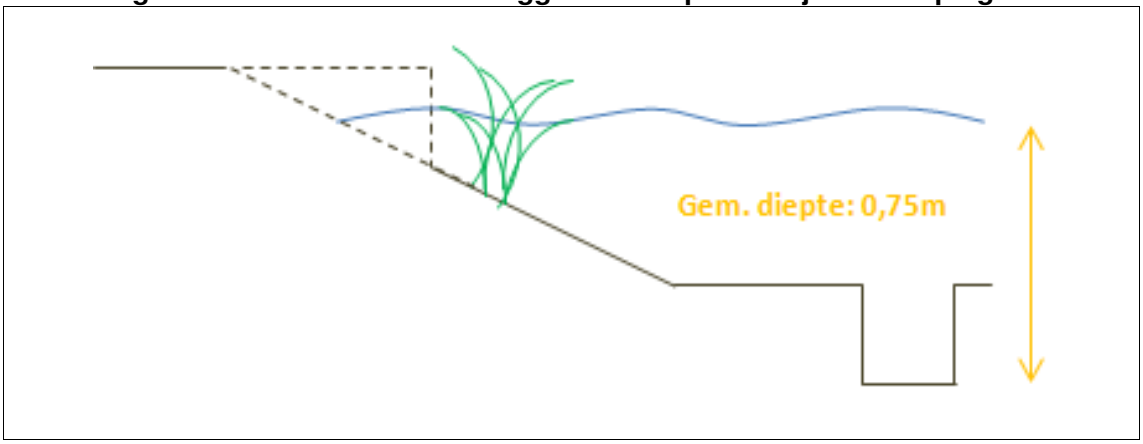
Afbeelding 7.1. Huidige en toekomstige (na maatregelenpakket) P-belasting op 't Ven*



* rode lijn geeft de kritische P-belasting weer.

Aanbevolen wordt om de visvijver te verondiepen, waardoor de kritische belasting wordt verhoogd en het begroeibare areaal voor waterplanten wordt vergroot. De maatregel 'verondiepen' heeft namelijk tot effect dat zonlicht eerder de bodem bereikt en dat de verblijftijd van het watersysteem wordt verkort. Daarbij is het van belang, dat niet de volledige vijver verondiept wordt. Aanbevolen wordt om variatie in de waterdiepte te realiseren. Daarbij kunnen er dan enkele diepere delen in de vijver gerealiseerd worden (delen met een van 1,5 tot 2 m). De diepere delen kunnen door vissen benut worden voor de overwintering. De diepere delen dragen bij aan het voorkomen van zuurstofloze omstandigheden (en hierdoor het tegengaan van vissterfte). Langs de oever kan beschoeiing gehandhaafd blijven. Wel is daarbij gewenst dat er een overgang komt van ondiep naar het diepere water. Voor de gemiddelde waterdiepte wordt 0,75 m aanbevolen. In afbeelding 7.2 is een schetsmatige weergave opgenomen van het verondiepingsadvies.

Afbeelding 7.2. Voorstel voor aan te leggen bodemprofiel bij verondieping van 't Ven



Het reduceren van bomen en struiken op de oevers zal resulteren in een afname van de belasting door bladval. Een reductie van de voergift zal een positief effect hebben op de waterkwaliteit.

Omdat ‘t Ven een visvijver is, is geen rekening gehouden met het volledig reduceren van de voergift. Daarnaast kan overwogen worden om enclosures aan te leggen (of andere inspanningen te treffen om de vraat en fosfaatbelasting door watervogels te verminderen). Enclosures zijn constructies van gaas die in de vijver geplaatst kunnen worden (afbeelding 7.3). Hierdoor zijn waterplanten in staat te kiemen zonder opgegeten te worden.

Er kan overwogen worden om (delen van) de oever te herinrichten waarbij flauwe oevertaluds worden aangelegd. Het realiseren van natuurvriendelijke oevers is niet opgenomen in het maatregelenpakket, omdat de effectiviteit hiervan niet goed te kwantificeren is. Met een natuurvriendelijke oever neemt het begroeibaar areaal van waterplanten en oeverplanten, en de robuustheid (draagkracht) van het systeem, toe. Bij deze maatregelen dient afstemming plaats te vinden met de hengelsportvereniging. Flauwe oevers kunnen namelijk kwetsbaar zijn voor bijvoorbeeld verzakking en verstoring. Daarnaast is het voor vissers lastig om hun materiaal op schuine oevers te plaatsen.

Het afvissen van een deel van de bodemwoelende visbiomassa is haalbaar mits er afstemming met de sportvissers plaatsvindt. Afhankelijk van de wensen vanuit de sportvisserij, kan worden gestreefd naar een evenwichtige visstand met een beperkte aandeel bodemwoelende vis. Voorlichting aan omwonenden en sportvissers over de invloed van voer (voor zowel vissen als eenden) op de waterkwaliteit behoort ook 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.

Het weren van watervogels wordt niet haalbaar, duurzaam of natuurlijk geacht.

Afbeelding 7.3. Enclosures toegepast om ganzenvraat te voorkomen



7.4. Discussie en onzekerheden

Het geadviseerde maatregelenpakket is gebaseerd op een systeemanalyse, waarbij gebruik is gemaakt van inzichten uit het veldbezoek, metingen waterkwaliteit, water- en stoffenbalans en de kritische belastingsberekening met PC Ditch. Daarbij zijn er een aantal onzekerheden geconstateerd. Ondanks de onzekerheden is het mogelijk om concrete adviezen te geven. Daarbij wordt van grof naar fijn gewerkt. Belangrijk is om meer te gaan meten.

In de onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de onzekerheden en de impact voor de watersysteemanalyse en geadviseerde maatregelenpakket. In de tabel wordt tevens aangegeven welke vervolgacties er aanbevolen worden.

Tabel 7.4. Onzekerheden, impact en advies

onderdeel	onzekerheden	impact en advies
kwel en uitspoeling	- de kwelhoeveelheid in mm is berekend op basis van éénmalige meting van de chlorideconcentratie; - de fosfaatvracht uitspoeling is berekend met een indicatieve fosfaatconcentratie (0,30 mg-l/l). Metingen van het ondiepe grondwater in de Natte Natuurparel Wijboschbroek bevestigen, dat de fosfaatconcentratie in het ondiep grondwater over het algemeen verhoogd zijn (>0,115 mg-P/l).	- de kwelhoeveelheid wordt overschat of onderschat. Foutmarge wordt beperkt geacht omdat er geen grote schommelingen in de chlorideconcentratie worden verwacht. Er is hiermee geen impact op het advies. Met behulp van monitoring kan de kwelvracht en de vracht uitspeling beter bepaald worden
verdamping	- met de gehanteerde verdampingsfactoren wordt de verdamping mogelijk overschat	- de gehanteerde verdampingsfactoren zijn gangbaar, er wordt geen grote impact op de waterbalans verwacht (vanuit de doelstelling van de gehanteerde waterbalans/ scope van het project). Er is hiermee geen impact op het advies
kengetallen belasting	- er worden algemene kengetallen aangehouden; - met name het aangehouden kengetal voor watervogels is een discussiepunt, mogelijk wordt de belasting door watervogels overschat (overschatting van circa 0,7 mg/m²/d, in dat geval is de belasting een factor 13 kleiner).	- de watervogels zijn op basis van de stoffenbalans een grote bron, maar de belasting wordt mogelijk overschat; - voor het verifiëren van het kengetal is meer (algemeen) onderzoek nodig. Afstemming met Rioned/Stowa wordt aanbevolen gericht op verificatie van de bruikbaarheid van Waterbirds voor stedelijke waterpartijen (algemeen advies). Een verschil is bijvoorbeeld het mogelijk voeren van eenden met brood; - als de belasting lager is, dan kan er volstaan worden met minder ingrijpende maatregelen.
aantal watervogels	- het in onduidelijk hoeveel watervogels er jaarrond op 't Ven verblijven (ondertussen is er meer duidelijkheid, zieparagraaf 7.4.3.)	- de watervogels zijn op basis van de stoffenbalans een grote bron, maar de belasting wordt mogelijk overschat; - mogelijk kan met inzet van minder (intensieve) maatregelen de beoogde situatie bereikt worden; - aanbevolen wordt om tellingen van de watervogels uit te voeren (ondertussen is dit ook uitgevoerd, zie paragraaf 7.4.3).
sportvissers	- voergebruik sportvissers is niet bekend	- mogelijk wordt de belasting overschat of juist onderschat; - bij de aanbevolen afstemming met de sportvisserij om het voergebruik te verminderen kan ook afgestemd worden over de huidige mate van voergebruik;

		- er is hiermee geen impact op het advies.
visstand	- samenstelling en dichtheid vis is onbekend	- visstand kan er toe bijdragen dat de gewenste maatregelen na het treffen van de maatregelen niet bereikt wordt; - daarom is aanbevolen wordt om de visstand te monitoren (zie ook paragraaf 7.4.1) en indien nodig maatregelen te treffen; - er is hiermee geen aanvullende impact op het advies.
kritische belasting	- de kritische belasting wordt berekend met een theoretisch model, de praktijksituatie kan afwijken. De mate van afwijking is niet goed bekend. Bij het toepassen van ecologische modellen is er altijd enige onzekerheid. Het gehanteerde model is het metamodel PC Ditch. Het metamodel werkt met een beperkt aantal invoerwaarden. Het toegepaste model is thans het meest gangbare model voor het afleiden van de kritische belasting voor stedelijk water. De rekenresultaten zijn vooral indicatief bedoeld.	- de kritische belasting is mede bepalend of de aanbevolen maatregelen succesvol zullen zijn; - voortschrijdende monitoring van de waterkwaliteit wordt aanbevolen; - er is hiermee geen impact op het advies.

Op basis van de watersysteemanalyse en hierin opgenomen onzekerheden dient het waterschap in overleg met de gemeente en eventueel bewoners en sportvissers de uiteindelijke keuze te maken van het uit te voeren maatregelenpakket, fasering van maatregelen en eventueel vervolgonderzoek. Bij de afweging is van belang om rekening te houden met de praktische overwegingen en de kosten en baten van zowel maatregelen als onderzoeksactiviteiten. In de onderstaande paragrafen zijn de aanbevolen onderzoeksactiviteiten nader toegelicht.

7.4.1. Visstandonderzoek

Er zijn geen gegevens bekend over de visstand in ‘t Ven. Een hoge dichtheid van bodemwoelende vis (zoals karper en grote brasem) kan echter van grote invloed zijn op de waterkwaliteit. Bodemwoelende vis in een ondiep watersysteem kan relatief veel nutriënten uit de waterbodem naar de waterfase mobiliseren. Daarnaast kunnen bodemwoelende vissen een belangrijke rol spelen in het doorzicht van een systeem. Als de bodem uit gemakkelijke op te wervelen bodemdeeltjes bestaat (zoals slib), kan activiteit van bodemwoelende vis resulteren in troebel water. Tegelijkertijd met het verondiepen van de waterpartij, wordt aanbevolen om de visstand te bemonsteren. Indien er een ongewenste omvang en samenstelling van de visstand wordt waargenomen, kan ervoor gekozen worden om deze te reduceren. Hiervoor is afstemming met de hengelsportvereniging belangrijk.

7.5. Monitoren grondwaterkwaliteit

Meten van de grondwaterstanden en grondwaterkwaliteit wordt aanbevolen, zodat een beter beeld verkregen wordt van de fosfaatvracht van de posten uitspoeling en kwel.

7.5.1. Monitoren oppervlaktewaterkwaliteit

Wij adviseren verder om de ontwikkelingen in waterkwaliteit (nutriëntenconcentraties, zuurstofhuishouding, doorzicht) van 't Ven te volgen. Door monitoring kan daarnaast een koppeling worden gemaakt tussen de voorgestelde maatregelen en het ecologisch en hydrologisch functioneren van het systeem. Daarnaast kunnen de gegevens gebruikt worden voor een eventuele toekomstige watersysteem- en bronanalyse. Hierbij is het van belang dat er jaarrond gemonitord wordt om het ecologisch functioneren, in samenhang met effecten van onder andere inkomende en uitgaande debieten en belastingen, beter in kaart te brengen Voor monitoring dienen daarom de volgende parameters jaarrond bepaald te worden (voor de stoffen twaalf keer per jaar):

- oppervlaktewaterstanden (ten opzichte van NAP);
- chlorideconcentraties;
- calciumconcentraties;
- EGV;
- concentraties N (N_{tot}, NO3, NO2, NH3, NH4 en NKj);
- concentraties P (P_{tot} en PO4);
- concentraties S;
- zuurstofconcentraties en zuurstofverzadiging;
- doorzicht;
- Chlorofyl-a.

zwavel in de waterbodem

In het meest recente waterbodemonderzoek in 't Ven is de hoeveelheid S niet bepaald. Hierdoor konden we geen sluitende inschatting maken van de nalevering vanuit de waterbodem. Op basis van de kleine hoeveelheid P in de waterbodem wordt verwacht dat de nalevering, ook in aanwezigheid van S, klein zal zijn. Om de nalevering vanuit de waterbodem toch sluitend te maken, adviseren wij om ook de hoeveelheid S te bepalen.

7.5.2. Tellingen watervogels

Het in onduidelijk hoeveel watervogels er jaarrond op 't Ven verblijven. Mede daardoor is de belasting door watervogels moeilijk in te schatten. Om beter grip op de belasting door vogels te krijgen, adviseren wij om jaarrond vogeltellingen uit te voeren.

Als blijkt dat de belasting door watervogels daadwerkelijk lager blijkt te zijn dan de berekende belasting in dit rapport, kan dat invloed hebben op de te nemen maatregelen. Als voorbeeld: op basis van de huidige berekeningen stellen we als maatregel voor de kritische belasting te verhogen door 't Ven tot 0,75 m te verondiepen.

Als de belasting door watervogels minder blijkt te zijn dan wordt aangenomen, zal de totale belasting op het systeem ook minder zijn. In dat geval kan dan worden volstaan met een geringere verondieping.

Tellingen juni 2013

In de zomer van 2013 is deze actie opgepakt door waterschap en gemeente, daarbij zijn de vogeltellingen als volgt:

- 17 juni: tien ganzen (volwassen met jongen), veertien waterhoentjes, drie futen (één ouder, twee jongen), twee eenden (koppel). Totaal 29 vogels;
- 24 juni: tien ganzen (volwassen met jongen), twaalf waterhoentjes, drie futen (één ouder, twee jongen), één zwaan. Totaal 26 vogels;
- 27 juni: tien ganzen (volwassen met jongen), tien waterhoentjes, drie futen (één ouder, twee jongen), zes eenden (drie koppels). Totaal 29 vogels.

De afwijking met de aangehouden watervogels (35 eenden) bij de berekening is hiermee beperkt. De tellingen 2013 zijn in de afrondingsfase van het project zijn aangeleverd en worden daarom pas in deze paragraaf benoemd.

7.5.3. Monitoren voergebruik sportvisserij

't Ven wordt gebruikt als visvijver. Hierdoor is het voergebruik een belangrijke belastingbron. Om de invloed van voergebruik te bepalen, stellen we voor om het voergebruik door de sportvisserij te monitoren. Voor de uitvoer en invulling is afstemming nodig met de sportvisserij. De uitvoering hiervan kan gecombineerd worden met de afstemming van de maatregel van het terugdringen van de voergift.

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 blz.
4. Aquon, 2012. Onderzoek Stadswateren Toestand en Trend: stadswater Veghel t Ven. Analyserapport Aquon, in opdracht van Waterschap Aa & Maas. 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 loep. STOWA-rapport 2007-14. ISBN 978.90.5773.364.2.
6. Van der Wijngaart, T., Schep, S. & Chan, P.M., 2012. Factsheets uitkomsten water-mozaiekprojecten 2009-2012: bouwstenen van kennis. STOWA.
7. Van Vliet, M.E., Vrijhoef, A., Boumans, L.J.M. & Wattel-Koekkoek, E.J.W. 2010. De kwaliteit van ondiep en middeldiep grondwater in Nederland in het jaar 2008 en de verandering daarvan in 1984-2008. RIVM Rapport 680721005/2010.
8. Van Zuilichem, H. 2011. Kwaliteitsoordeel stadswater 2007-2010. Rapport waterschap Aa & Maas.
9. Waajen, G., 2012. Conceptnotitie ten behoeve van achtergrondrapport Kansrijke Innovatieve Maatregelen Bestrijding Blauwalgenoverlast: vijver Mgr. Schaepmanlaan Dongen. Waterschap Brabantse Delta.
10. Witteveen+Bos, 2006. Waterkwaliteitsspoor Moordrecht. In opdracht van hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard.
11. http://atlas.brabant.nl/wateratlas.
12. www.rivm.nl.
13. www.stowa.nl/upload/publicaties/QuickScan%20v1%2002.xls.
14. www.waterbodem.nl.

BIJLAGE I GEHANTEERDE VERDAMPINGSFACTOREN

Tabel I.1. Van Penman naar Makkink, een nieuwe berekeningswijze voor de klimatologische verdampingsgetallen, KNMI/CHO, rapporten en nota's, no.19

maand	maand	e_o/e_r	e_r/e_o
januari	1	0,400	2,500
februari	2	0,933	1,071
maart	3	1,267	0,789
april	4	1,300	0,769
mei	5	1,300	0,769
juni	6	1,310	0,763
juli	7	1,267	0,789
augustus	8	1,193	0,838
september	9	1,170	0,855
oktober	10	0,900	1,111
november	11	0,700	1,429
december	12	0,000	1,000

BIJLAGE II NEERSLAG EN VERDAMPING MEETSTATION VOLKEL

Tabel II.2. Neerslag en verdamping meetstation Volkel

jaar	neerslag [mm]	verdamping [mm]
1993	758	545
1994	841	561
1995	655	609
1996	600	537
1997	535	593
1998	977	520
1999	747	609
2000	863	552
2001	839	589
2002	863	569
2003	562	652
2004	862	580
2005	759	607
2006	701	602
2007	847	584
2008	699	579
2009	688	617
2010	769	595
2011	776	606
2012	842	589

In de tabel zijn jaarwaarden opgenomen, in de waterbalans zijn dagwaarden opgenomen.