



Herstel verzuurde vennen De Maashorst

Effect van Dolokal op verzuurde vennen

Loes van Hout, Janine de Jong en Joost de la Mar

HAS Hogeschool, 's-Hertogenbosch

Herstel verzuurde vennen De Maashorst

Herstel verzuurde vennen De Maashorst

Effect van Dolokal op verzuurde vennen

's-Hertogenbosch, 29 juni 2018

In opdracht van:

Nico Ettema

Auteurs:

Loes van Hout

Janine de Jong

Joost de la Mar

Projectbegeleider:

Henco Vonk Noordegraaf



DE MAASHORST
GEZOND LANDSCHAP

Jaarproject - Jaar 2 - Toegepaste Biologie

Voorwoord

Wij hebben het onderzoeksverslag 'Herstel verzuurde vennen De Maashorst' geschreven in het kader van het jaarproject van de opleiding Toegepaste Biologie aan de HAS Hogeschool in 's-Hertogenbosch, leerjaar 2. Het onderzoek is uitgevoerd in de Herperduin en de Schaijkse heide van september 2017 tot en met juni 2018.

Verzuring van Nederlandse vennen is een aanhoudend probleem. We hebben met onze opdrachtgever en jaarprojectbegeleider een probleem en onderzoeksvraag opgesteld om een oplossing te vinden voor het herstel van verzuurde vennen. Dit onderzoek interesseerde ons, omdat er veel verschillende aspecten bij kwamen kijken, zoals chemische waterkwaliteit en macrofauna. Overigens wilden we graag onderzoeken of onze plan van aanpak daadwerkelijk een mogelijke oplossing zou zijn om verzuurde vennen te herstellen.

Wij hebben tijdens dit onderzoek hulp en begeleiding gekregen van onze opdrachtgever Nico Ettema en jaarprojectbegeleider Henco Vonk Noordegraaf. We hebben een fijne samenwerking gehad en willen ze daarom erg bedanken voor de ondersteuning gedurende het onderzoek. We willen overigens onze medestudenten uit het eerste jaar bedanken voor het uitwisselen van belangrijke data. Tot slot willen we onze medestudenten uit het tweede jaar bedanken voor de gezellige en fijne samenwerking, zij voerden een onderzoek uit in De Maashorst. We hebben samen een goed jaar gehad, waarbij we aanvullingen en feedback uitwisselden.

's-Hertogenbosch, 29 juni 2018

Loes van Hout
Janine de Jong
Joost de la Mar

Inhoud

| | |
|--|----|
| Samenvatting..... | 1 |
| Summary | 2 |
| 1. Inleiding | 3 |
| 2. Materiaal en Methode | 5 |
| 2.1 Gebiedsomschrijving | 5 |
| 2.2 Veldonderzoek..... | 6 |
| 2.2.1 Experimentele opzet veldonderzoek..... | 6 |
| 2.2.2 Meten aan de chemische waterkwaliteit van de vennen | 6 |
| 2.2.3 Inventarisatie macrofauna in de vennen | 6 |
| 2.3 Kasproef effect Dolokal op venwater en groei pijpenstrootje..... | 8 |
| 2.3.1 Data-analyse..... | 8 |
| 3. Resultaten..... | 8 |
| 3.1. Chemische waterkwaliteit van de vennen | 9 |
| 3.2. Macrofauna | 11 |
| 3.3. Kasproef effect van Dolokal op venwater en de groei van pijpenstrootje..... | 13 |
| 4. Discussie/Conclusie | 14 |
| Literatuur..... | 16 |
| Bijlagen | 18 |
| Bijlage I. Berekening concentratie Dolokal..... | 18 |
| Bijlage II. Alkaliniteit | 19 |
| Bijlage III. Biotische index..... | 20 |
| Bijlage IV. Gemiddelde chemische parameters van de vennen | 21 |
| Bijlage V. Inventarisatietabellen..... | 22 |
| V.I Gedetermineerde soorten Schaijkse ven 1 | 22 |
| V.II Gedetermineerde soorten Schaijkse ven 2 | 22 |
| V.III Gedetermineerde soorten Schaijkse ven 3 | 22 |
| V.IV Gedetermineerde soorten Munven..... | 23 |
| V.V Gedetermineerde soorten Klompven | 23 |
| V.VI Gedetermineerde soorten Groot Ganzenven..... | 24 |
| V.VII Gedetermineerde soorten Snippenjacht | 25 |
| V.VIII Gedetermineerde soorten Rijsvennen..... | 26 |
| Bijlage VI. Chemische parameters van de kasproef | 27 |

Samenvatting

Verzuring van vennen wordt veroorzaakt door onder andere vermisting. Dit tast de soortenrijkdom aan. Door het bekalken van de oever met Dolokal, wordt de buffercapaciteit en de zuurgraad van het water op peil gebracht, waardoor er meerdere organismen in kunnen leven. Het onderzoek is uitgevoerd om te onderzoeken hoe zwak gebufferde, verzuurde vennen hersteld kunnen worden. Hiervoor zijn acht vennen in De Maashorst, gelegen in Noord-Brabant, gedurende acht maanden maandelijks op de chemische waterkwaliteit onderzocht. Daarnaast is er macrofauna onderzoek uitgevoerd, waarvan de resultaten zijn vergeleken met het onderzoek van vorig jaar. Ten slotte is middels een kasproef onderzocht wat het effect van verschillende hoeveelheden Dolokal op de groei van het pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) en de zuurgraad en alkaliniteit van inzijgend water is. Na het bekalken van de oevers van de meest zwak gebufferde, verzuurde vennen, is onderzocht of de chemische waterkwaliteit en de biotische index van deze vennen verbeterden. Het Munven en het Snippenjacht waren het meest verzuurd. Dit komt waarschijnlijk door stikstofdepositie uit de lucht. Na bekalking van het Munven en het Snippenjacht werden respectievelijk een korte en geen afname van de zuurgraad gemeten. Het Klompven, Groot Ganzenven en de Rijsvennen bleken het minst verzuurd te zijn. Dit kan worden verklaard door het bufferend effect van het opkomend kwelwater. Uit het macrofauna onderzoek blijken het Munven en Schaijkse ven 3 de laagste biotische index te hebben. Het Munven is verzuurd en daardoor een ongunstige omgeving voor organismen. Het Schaijkse ven 3 is echter niet verzuurd, maar heeft wel een hoge nitraat-, nitriet- en ammoniumgehalte, wat de lage biotische index kan verklaren. Het Klompven, Groot Ganzenven en de Rijsvennen hebben de hoogste biotische index. De lagere zuurgraad zorgt voor gunstigere omstandigheden voor organismen. In de kasproef zijn geen verschillen in groei van het pijpenstrootje en de zuurgraad en alkaliniteit van het water tussen de verschillende behandelingen gevonden. De proef bevestigt echter wel het kortstondige effect van Dolokal. Deze studie laat zien dat eenmalig toedienen van Dolokal geen lange-termijn effect heeft op de zuurgraad om zwak gebufferde vennen te herstellen. Het advies is daarom om de bron van verzuring op te sporen en aan te pakken of om een betere methode, waarbij frequenter gebruik van Dolokal wordt toegepast, te ontwikkelen en gebruiken.

Summary

Acidification of fens is caused by, among other things, eutrophication. This affects the species diversity. By treatment with Dolokal, the buffer capacity and the acidity of the water is brought up to standard, allowing more organisms to live in it. The research was conducted to investigate how weakly buffered, acidified fens can be restored. Eight fens in De Maashorst, located in North-Brabant, have been examined monthly for the chemical water quality during eight months. In addition, macro-invertebrate survey was carried out, the results of which were compared with last year's research. Finally, a greenhouse trail was used to investigate the effect of different amounts of Dolokal on the growth of the purple moor-grass (*Molinia caerulea*), as well as the acidity and alkalinity of the water. After treatment of the banks of the most weakly buffered and acidified fens, it has been investigated whether the chemical water quality and the biotic index of these fens improved. Munven and the Snippenjacht were the most acidic. This is probably due to nitrogen deposition of the air caused by fertilization from agriculture. After the treatment of these fens, a short or no increase at all in acidity has been found. Moreover, Klompven, Groot Ganzenven and Rijsvennen were the least acidified. This can be explained by rising seepage water, which causes a buffering effect. The macro-invertebrate research shows that Munven and Schaijkse ven 3 have the lowest biotic index. Munven is acidified and therefore an unfavorable environment for organisms. However, Schaijkse ven 3 is not acidified, but does have a high nitrate- and nitrite-content and ammonium content, which can explain the low biotic index. Klompven, Groot Ganzenven and Rijsvennen have the highest biotic index, because of the suitable acidity level ensures favorable conditions for organisms to live in. The greenhouse trail shows no differences in the growth of the purple moor-grass and the acidity and alkalinity of the water between the different treatments. However, it confirms the short-term effect of Dolokal. In conclusion, this study shows that Dolokal has no long-term effect on acidity to restore weakly buffered fens. The advice is therefore to trace and deal with the source of acidification or to develop and use a better method in which more frequent use of Dolokal is used.

1. Inleiding

Sinds de industriële revolutie vanaf 1750 is de atmosferische concentratie van koolstofdioxide (CO₂) over de hele wereld toegenomen. Deze stijging heeft tot een grotere CO₂-opname door de oceanen geleid (Feely et al., 2004). De verhoogde CO₂ concentraties in de lucht zorgden voor ongeveer 30% verhoogde H⁺-concentratie in het oppervlaktewater, waardoor de pH-waarde met ongeveer 0,1 daalde. Naar verwachting zal de pH van het oppervlaktewater, door de huidige toenemende CO₂ afgifte, nog meer stijgen (Caldeira & Wickett, 2003). Wanneer de pH onder de 5,0 komt, daalt de beschikbaarheid van voedingsstoffen in het water (Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, z.d.). Dit heeft een grote invloed op de gezondheid en functie van organismen die in het water leven (Caldeira & Wickett, 2003). Verzuring is een belangrijk milieuprobleem vanwege de levensbedreigende effecten op biota en de langdurige herstelperiode die daarmee samenhangt (Erlandsson et al., 2011). Bij een goede pH is er een hogere beschikbaarheid van mineralen (Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, z.d.). Planten langs en in het water spelen een belangrijke rol tijdens verzuring, omdat ze voedingsstoffen vrijgeven, waardoor er toch organismen kunnen leven in deze wateren (Higler, 2006).

Verzuring wordt echter niet alleen veroorzaakt door de toenemende CO₂ gehalte, maar ook door vermisting. Bij vermisting is er sprake van een overvloed aan voedingsstoffen. Een teveel aan voedingsstoffen tast de soortenrijkdom aan. Vermisting van het oppervlaktewater is een van de meest aanhoudende milieuproblemen in Nederland (Ligtvoet et al., 2008). Het treedt op door de depositie van stikstofhoudende stoffen in het water, en door het inspoelen van mest wat afkomstig is van dieren (Van Turnhout et al., 2003). Bij bemesting komt ammoniak vrij en ontstaat er stikstofdepositie uit de atmosfeer. In water wordt dit ammoniak omgezet tot ammonium wat vervolgens nitrificeert (De Vries, 2008). Tijdens de nitrificatie komen er H⁺-ionen vrij, waardoor het water verzuurd (Bouwman et al., z.d.).

Verzuring vormt ook een probleem in de Nederlandse vennen. Vennen zijn hydrologische geïsoleerde wateren die vaak met lokaal grondwater en regenwater worden gevoed. Ze liggen op pleistocene zandgronden in Noord-, Oost- en Zuid-Nederland en hebben vaak enkele hectare oppervlakte. Vennen zijn over het algemeen ondiep (<2 meter) en de waterstand wisselt met het seizoen. De Nederlandse vennen zijn van oorsprong relatief voedselarm en niet, of in kleine mate, gebufferd (Arts et al., 2002). Ze raken snel verstoord, doordat het kwetsbare ecosystemen zijn. Er komen veel (zeldzame) soorten planten en dieren voor die gevoelig zijn voor deze verstoring (Grontmij | AquaSense en Alterra, 2005).

Eén derde van alle vennen in Nederland bevindt zich in de provincie Noord-Brabant (Grontmij | AquaSense en Alterra, 2005). Een deel van deze vennen ligt in De Maashorst. Er bevinden zich enkele geologische breuken aan de randen van De Maashorst. Deze zijn praktisch ondoordringbaar voor water. Hierdoor wordt toestromend grondwater naar de oppervlakte gedwongen als kwelwater (Melisie, et al., 2015). Kwel is een basen-aanvoerend proces en heeft een bufferende werking op sommige van de vennen (Dorland & van Loon, 2011; Sival & Runhaar, 2009). Vooral nieuw gegraven vennen staan in contact met het grondwater en hebben daarom vaak een pH hoger dan 7 (N. Ettema, persoonlijk commentaar, 13 december 2017).

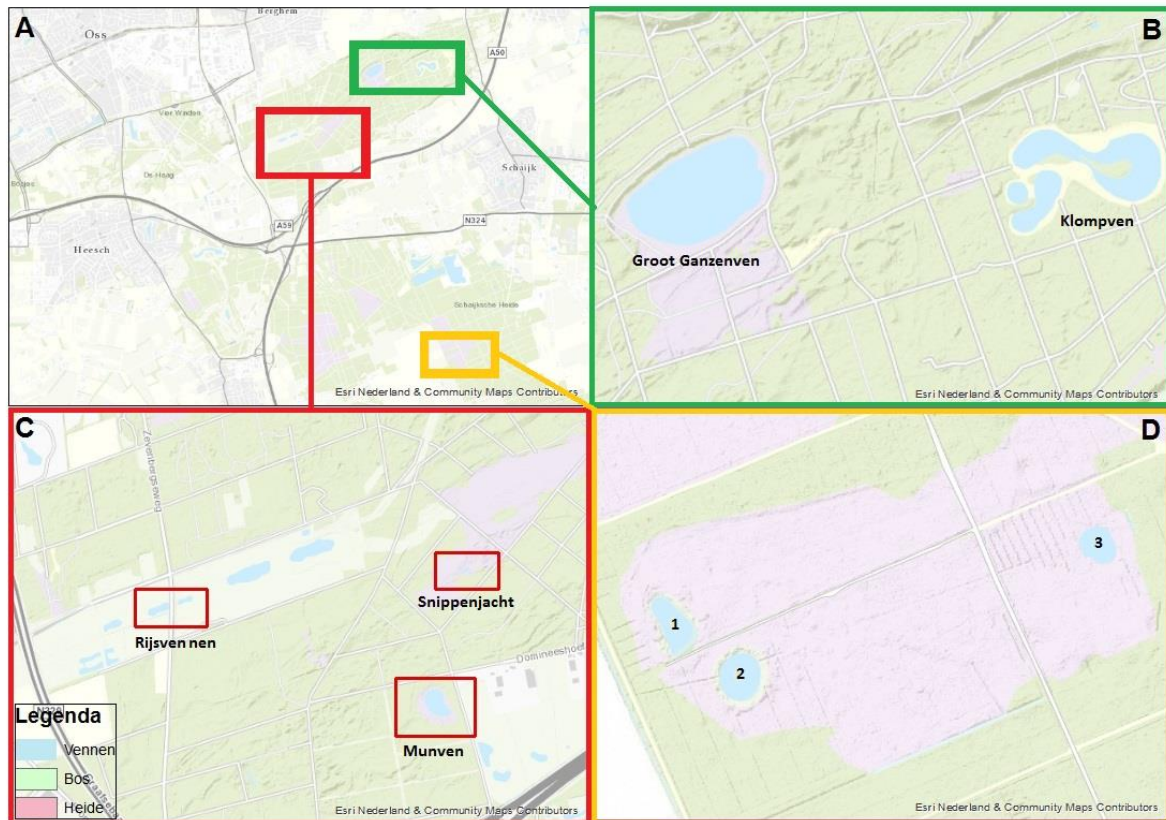
De Maashorst is met een omvang van 3500 hectare het grootste natuurgebied van Noord-Brabant en ligt in de gemeenten Bernheze, Landerd, Oss en Uden. Het gebied bestaat onder andere uit bossen, heidevelden en vennen. Er zijn meer dan 25 zoogdiersoorten, 150 vogelsoorten en honderden planten- en insectensoorten te vinden (De Maashorst, 2017). De twee gebieden liggen respectievelijk ten westen van Herpen en ten noorden van Schaijk. Het is een natuur- en recreatiegebied ten westen van Herpen en ten noorden van Schaijk, waarin vennen gelegen zijn (Instituut voor natuureducatie en duurzaamheid, 2017). Uit een eerder onderzoek van Dekker et al. (2017) naar de vennen in de Herperduin kwam naar voren dat het Klompven een tolerantieklasse heeft van 7 en het Groot Ganzenven en de Rijsvennen een tolerantieklasse hebben van 8. In de Snippenjacht en Munven is een hoger ammoniumgehalte waargenomen, waardoor ze beide zijn verzuurd en een tolerantieklasse hebben van respectievelijk 4 en 5. Er zijn geen tolerantiewaarden bekend uit eerder onderzoek van de drie vennen in de Schaijkse heide.

Het huidige onderzoek is uitgevoerd om een verbeterde biotische waterkwaliteit te bewerkstellen en de invloed van de behandeling met Dolokal op de chemische waterkwaliteit van de zwak gebufferde, verzuurde vennen van de Herperduin en de Schaijkse heide te onderzoeken. Door oppervlaktewater te bekalken, wordt de buffercapaciteit en de zuurgraad van het water op peil gebracht (Natuurkennis, 2017). Voor het onderzoek zijn in totaal acht vennen onderzocht, waarvan er vijf in de Herperduin liggen, en drie in de Schaijkse heide. De vennen zijn gemeten op EGV-waarde, zuurstofgehalte, zuurgraad, alkaliniteit, nitraat- en nitrietgehalte, ammoniumgehalte en fosfaatgehalte. De eerste meting is gebruikt als 0-meting. De vennen die het meest verzuurd waren, zijn bekalkt met Dolokal, om te weten te komen wat het effect hiervan is op de chemische waterkwaliteit. De macrofauna in de vijf Herperduinse vennen is geïnventariseerd en gebruikt om te kijken of de waterkwaliteit, met behulp van de biotische index, verbeterd als gevolg van de behandeling. Verder is er nog een 0-meting gedaan van de macrofauna in de drie Schaijkse vennen. De verwachting was dat er een verschil ontstond in het verloop van de waterkwaliteit van vennen die behandeld waren met Dolokal en vennen die niet behandeld zijn. Verder is er een kasproef uitgevoerd om te onderzoeken wat het effect is van Dolokal op de chemische waterkwaliteit van inzijgend regenwater bij het pijpenstrootje.

2. Materiaal en Methode

2.1 Gebiedsomschrijving

Van de acht vennen (figuur 2.1A) die als onderzoeksgebied dienden, liggen de drie vennen op de Schaijkse heide verspreid in een open plek waar voornamelijk heide en pijpenstrootje groeit (figuur 2.1D). De vennen in Herperduin liggen ver uit elkaar in wisselende omgevingen (figuur 2.1B en 2.1C). De Rijsvennen liggen naast en deels onder een autoweg, in een open plek met vooral zandgrond en gras. Het Munven ligt in het bos dicht bij landbouwgrond. Het Snippenjacht en Groot Ganzenvenn liggen beide in het bos en zijn omringd met heide. Het Klompvenn ligt in het bos met aan de Noord/Noordwestzijde zandverstuivingen. De omvang van deze vennen verschilt door het jaar heen enorm. Dit heeft te maken met de accumulatie van het water in natte en koudere periodes en de verdamping in drogere, warmere periodes. Het Munven heeft als enige een enigszins steile oever, terwijl de andere vennen een minder steile en geleidelijke oplopende oever hebben. In het gebied Herperduin zijn Exmoor-ponys, Schotse Hooglanders en Taoussen aanwezig, die toegang hebben tot de vennen. Op de Schaijkse heide lopen ook Taoussen vrij rond.



Figuur 2.1: De locaties van de onderzoeksgebieden. In de aangegeven vierkanten liggen de acht onderzochte vennen. **A** laat het natuurgebied De Maashorst zien met daarin de gebieden Herperduin en Schaijkse heide. **B+C** zijn de vennen in Herperduin, **D** zijn de vennen op de Schaijkse heide, deze hebben geen naam en zijn daarom genummerd.

2.2 Veldonderzoek

2.2.1 Experimentele opzet veldonderzoek

Er waren in totaal acht vennen waarvan de chemische waterkwaliteit is bepaald (paragraaf 2.2.2). Er is Dolokal bij het Munven (16 november 2017) en Snippenjacht (15 maart 2018) gestrooid om het effect hiervan op de zwak gebufferde, verzuurde vennen te onderzoeken. De resterende zes vennen dienden als controle. Het Dolokal is 5 meter breed rondom de vennen op de oever gestrooid, waardoor het geleidelijk kon inzijgen door het regenwater. De dosering Dolokal waarmee beide vennen behandeld zijn hangt af van het huidige oppervlakte van de vennen en kan worden bepaald met een berekening (Bijlage I).

2.2.2 Meten aan de chemische waterkwaliteit van de vennen

De chemische waterkwaliteit van de vennen in natuurgebied Herperduin en de Schaijkse heide is gemeten, waarbij de eerste metingen zijn gebruikt als 0-meting. Alle vennen zijn, vanaf september tot en met mei, maandelijks in het veld, met behulp van een multimeter, gemeten op de zuurgraad, O₂-concentratie (relatief en absoluut), temperatuur en EC-waarde. Tijdens deze maandelijkse veldwerkdagen zijn er twee watermonsters van 150 ml per ven genomen. Deze watermonsters zijn geanalyseerd op de alkaliniteit (biologische hardheid). De monsters zijn volgens het protocol van alkaliniteit met 0,01 M HCl getitreerd tot de zuurgraad 4,3 was bereikt. Hierna is de buffercapaciteit van het water berekend (Bijlage II). Verder zijn de vennen op 14 september 2017 en 19 april 2018 geanalyseerd voor het nitraat- en nitrietgehalte, ammonium- en fosfaatgehalte. Voor deze testen is er gebruik gemaakt van HACH Lange Testen. De eerste meting in het begin van het onderzoek werd gebruikt als 0-meting, de tweede meting werd aan het einde van het projectjaar uitgevoerd, in mei. Om uitspoeling van Dolokal in de gaten te houden zijn de weersomstandigheden en neerslag in en rondom het gebied gemonitord. Hiervoor zijn verschillende meteorologische instanties geraadpleegd, zoals het KNMI.

2.2.3 Inventarisatie macrofauna in de vennen

Om de biotische index van de vennen te bepalen, zijn de bemonsteringen uitgevoerd volgens de multihabitatmethode, conform het handboek hydrobiologie voor macrofauna van STOWA (2014) (Bijlage III). De bemonsteringen zijn in de maanden maart tot mei verricht, waarbij het temperatuur van het water is gemeten en de weersomstandigheden zijn bepaald. De bemonsteringen werden bij vergelijkbare weersomstandigheden verricht, waarbij het optimaal is om enkele dagen een temperatuur van ongeveer 20°C te hebben gehad. De macrofauna is met een standaard macrofaunanet en een handzeef gevangen. Er zijn twee verschillende technieken toegepast voor de bemonstering (tabel 2.1). Bij de nettechniek bodem is de bodem bewogen door de bovenste paar centimeters van de bodem korte oppervlakkige stootjes te geven. Bij de nettechniek vegetatie is het net van onder naar boven en van binnen naar buiten bewogen, dit is in een begrensd stuk van de vegetatie herhaald.

Tabel 2.1: Gebruikte bemonsteringstechnieken bij verschillende compartimenten en habitatten (conform: STOWA, 2014).

| Compartiment | Habitat | Basistechniek | |
|------------------|--------------|---------------|-----------------------|
| Bodem | Zachte bodem | B1 | Nettechniek bodem |
| | Zandbodem | B1 | Nettechniek bodem |
| Vegetatie | Ondergedoken | B2 | Nettechniek vegetatie |

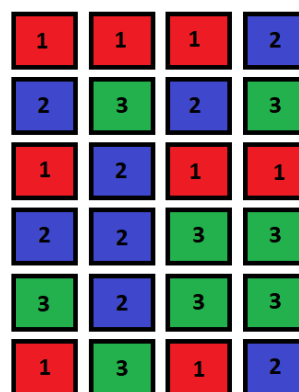
De organismen zijn in het veld gedetermineerd aan de hand van determinatieliteratuur tot het gewenste taxonomisch niveau dat volgens IVN vechtplassen (z.d.) nodig is. Indien de determinatie niet voldoende lukte in het veld, of om het geslacht te bepalen, zijn de organismen meegenomen naar het laboratorium en met behulp van een binoculair en determinatieliteratuur verder gedetermineerd tot het gewenste taxonomisch niveau. De macrofauna metingen van de Herperduinse vennen van dit jaar zijn gebruikt om de ontwikkeling van de biotische index te onderzoeken ten opzichte van de 0-metingen van 2016. De macrofauna metingen van de Schaijkse vennen van dit jaar worden als 0-meting gebruikt, maar worden ook vergeleken met die van de Herperduinse vennen.

2.3 Kasproef effect Dolokal op venwater en groei pijpenstrootje

Er is een kasproef uitgevoerd waarmee op kleine schaal het inzijgen van regenwater is nagebootst in een proefopstelling om te bepalen wat het effect van Dolokal is op het venwater en de groei van het pijpenstrootje. Er zijn drie verschillende behandelingen met verschillende concentraties Dolokal gebruikt (0,00, 2,65 en ~1,33 gram Dolokal). Een systeem bestond uit een pot gevuld met bodem uit het onderzoeksgebied. In elke bloempot is een kluitje jonge pijpenstrootjes geplant (figuur 2.2a). Elke bloempot stond in een bakje waarin het water dat door de bodem heen gaat, is opgevangen. Bovenop de grond werd de bepaalde hoeveelheid Dolokal gebracht. De eerste groep was de controlebehandeling waarbij geen Dolokal is toegevoegd. Bij de tweede groep is een concentratie van 2,65 gram opgebracht, in verhouding dezelfde concentratie Dolokal als in het veld en bij de derde groep is een concentratie van ~1,33 gram opgebracht, in verhouding de helft van de concentratie Dolokal dat in het veld is gebruikt (Bijlage I). Alle behandelingen hadden acht herhalingen, in totaal dus 24 systemen. Deze systemen zijn volgens de volledig gewarde proef neergezet (figuur 2.2b). De potten zijn twee keer per week bewaterd met regenwater. Vervolgens is gedurende 8 weken elke 2 weken de groei van de planten gemeten door vanaf de grond tot het hoogste punt te meten. Na 4 weken zijn de planten afgeknipt op pothoogte. Om het effect van de behandeling op het inzijgend regenwater te bepalen is de alkaliniteit en de zuurgraad van het water uit het opvangbakje één keer in de 2 weken gemeten. Het opvangbakje is na elke meting leeggemaakt.



Figuur 2.2a: De planten worden in een bloempot gepoot in grond uit het onderzoeksgebied. Deze bloempot is vervolgens in een opvangbakje gezet waarin het water dat door de bodem stroomt is opgevangen. Zowel aan de plant als aan het opgevangen water zijn metingen verricht.



Figuur 2.2b: Opstelling van de systemen volgens de gewarde proef. 1= Controlebehandeling, 2= Concentratie van 2,65 gram Dolokal en 3= Concentratie van 1,325 gram Dolokal.

2.3.1 Data-analyse

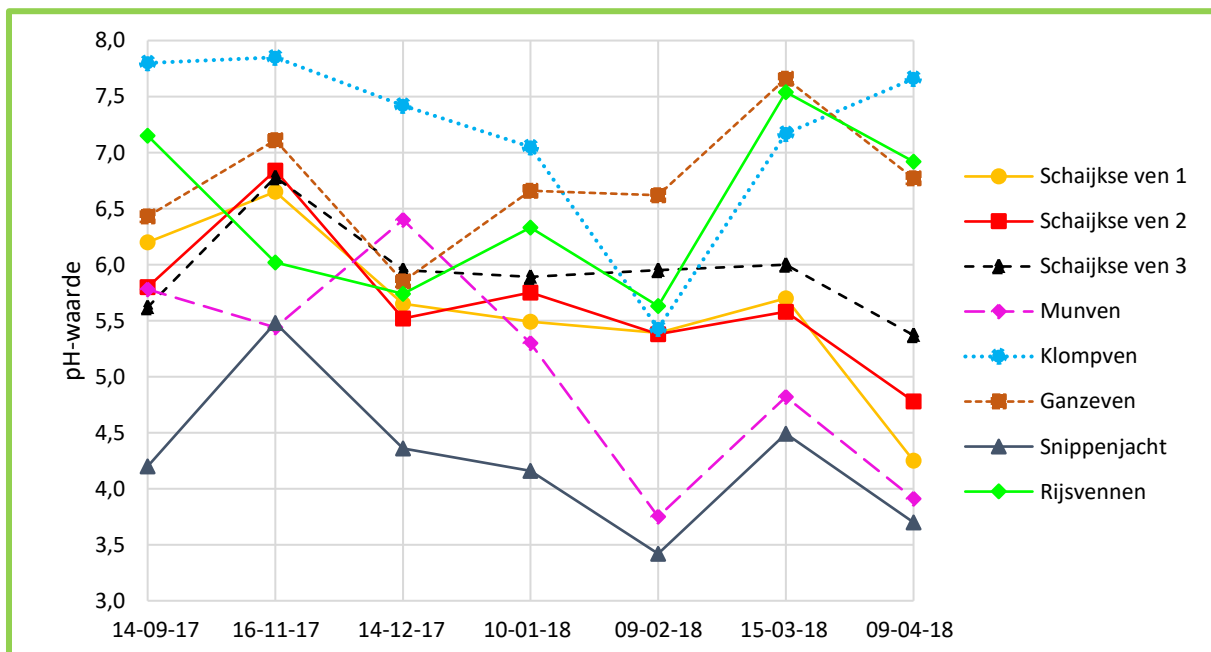
Om te bepalen of de verschillen in plantengroei van het pijpenstrootje, de alkaliniteit en de zuurgraad van het water tussen de verschillende metingen verklaard kan worden door de verschillende doseringen Dolokal werd er gebruik gemaakt van het programma SPSS Statistics (versie 24). Hierbij werd de toets Repeated Measures toegepast, waarbij de verklarende variabele de type behandeling was (behandeling 1, behandeling 2 of behandeling 3) en de responsvariabelen de zuurgraad, alkaliniteit en plantengroei waren.

3. Resultaten

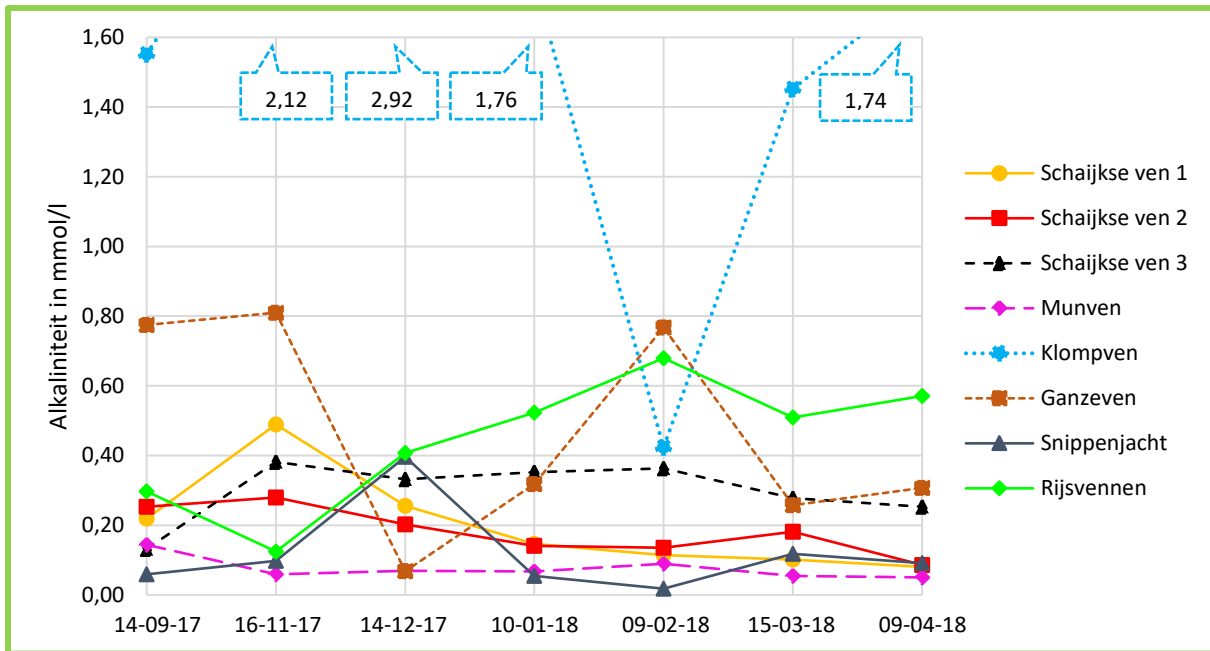
3.1. Chemische waterkwaliteit van de vennen

De metingen van de zuurgraad van de vennen wijzen uit dat het Snippenjacht bij elke meting de hoogste zuurgraad heeft, met uitzondering van de meting op 16 november 2017, waarbij de zuurgraad vergelijkbaar is als dat van het Munven (figuur 3.1). Verder hebben alle vennen, behalve het Snippenjacht en Munven, bij alle metingen een pH onder de 5,3; de laatste meting van het Schaijkse ven 1 en 2 uitgezonderd. Deze twee vennen hebben op dat moment respectievelijk een pH van 4,25 en 4,78. Alle vennen, behalve het Klompven, vertonen de laatste meting een hogere zuurgraad dan de meting op 15 maart 2018. In het Munven is er een piek in de pH te zien, nadat de oever op 16 november 2017 is bekalkt met Dolokal, terwijl de alkaliniteit van het ven niet stijgt (figuur 3.2). De pH daalt tot een minimum van 3,75 na de piek.

Het Klompven heeft bij elke meting de hoogste alkaliniteit, met uitzondering op 9 februari 2018, waar het Groot Ganzenven en de Rijsvennen een hogere alkaliniteit hebben dan het Klompven (respectievelijk 0,77 en 0,68 tegen 0,42). De hoogste waarde in het Klompven is gemeten op 14 december 2017 (2,92) (figuur 3.2). Het Snippenjacht en het Munven hebben bij bijna elke meting de laagste alkaliniteit.



Figuur 3.1: De pH van de acht vennen bij verschillende metingen van 14-09-2017 tot en met 19-04-2018. Op 16-11-2017 is het Munven bekalkt en op 15-03-2018 is de Snippenjacht bekalkt. Tussen de metingen van 14-12-2017 en 09-02-2018 is er veel neerslag gevallen.



Figuur 3.2: De waarden van alkaliniteit van de acht vennen bij verschillende metingen van 14-09-2017 tot en met 19-04-2018. Op 16-11-2017 is het Munven bekalkt en op 15-03-2018 is de Snippenjacht bekalkt. Tussen de metingen van 14-12-2017 en 09-02-2018 is er veel neerslag gevallen.

Het Schaijkse ven 2 heeft bij de eerste meting het hoogste nitraat- en nitrietgehalte (1,354 mg/l) en ammoniumgehalte (4,040 mg/l) van alle vennen (tabel 3.1). Het Klompven heeft bij de beginmeting het laagste nitraat- en nitrietgehalte en ammoniumgehalte (0,205 mg/l en 0,004 mg/l). Het Schaijkse ven 1, 2 en het Munven hebben bij de eerste meting een veel hogere ammoniumgehalte dan de andere vennen. Bij het fosfaatgehalte scoort het Schaijkse ven 3 bij de eerste meting de hoogste waarde van 0,054 mg/l en het Groot Ganzenven de laagste waarde van 0,005 mg/l. Bij de eindmeting heeft het Schaijkse ven 2 echter een veel hogere waarde dan de rest van de vennen en heeft het Munven de laagste waarde, namelijk een fosfaatgehalte van respectievelijk 5,670 mg/l en 0,067 mg/l. De Rijsvennen hebben bij de eindmeting de hoogste nitraat- en nitrietscore van 4,962 mg/l en het Klompven de laagste score van 1,209 mg/l. Ten slotte heeft het Schaijkse ven 3 de hoogste ammoniumscore bij de eindmeting, namelijk een ammoniumgehalte van 4,130 mg/l. Het Groot Ganzenven heeft hierbij de laagste score van 0,018 mg/l ammonium. Bij deze eindmeting hebben het Schaijkse ven 2 en 3 een hoger ammoniumgehalte dan de rest van de vennen, waar het gehalte niet boven 0,185 mg/l komt.

De EGV-waarden liggen tussen de 32,6 en 202,8, het zuurstofgehalte tussen 7,70 en 17,77 mg/l (respectievelijk 63,8% en 84,6%) en de temperatuur rond de 6,0 graden (Bijlage IV).

Tabel 3.1: Nitraat- en nitrietgehalte-, fosfaat- en ammoniumgehalte van de acht vennen van de begin- en eindmeting.

| Vennen | Nitraat- en nitrietgehalte mg/l | | Ammoniumgehalte mg/l | | Fosfaatgehalte mg/l | |
|-----------------|------------------------------------|------------|-------------------------|------------|------------------------|------------|
| | 14-09-2017 | 19-04-2018 | 14-09-2017 | 19-04-2018 | 14-09-2017 | 19-04-2018 |
| Schaijkse ven 1 | 1,234 | 3,246 | 3,415 | 0,184 | 0,011 | 0,375 |
| Schaijkse ven 2 | 1,354 | 3,045 | 4,040 | 1,230 | 0,022 | 5,670 |
| Schaijkse ven 3 | 0,900 | 3,923 | 0,489 | 4,130 | 0,054 | 0,359 |
| Munven | 0,331 | 4,540 | 2,310 | 0,303 | 0,038 | 0,067 |
| Klompven | 0,205 | 1,209 | 0,004 | 0,049 | 0,033 | 0,745 |
| Groot Ganzenven | 0,296 | 1,144 | 0,043 | 0,018 | 0,005 | 0,775 |
| Snippenjacht | 0,480 | 2,917 | 0,097 | 0,067 | 0,007 | 0,772 |
| Rijsvennen | 0,499 | 4,962 | 0,998 | 0,185 | 0,013 | 0,248 |

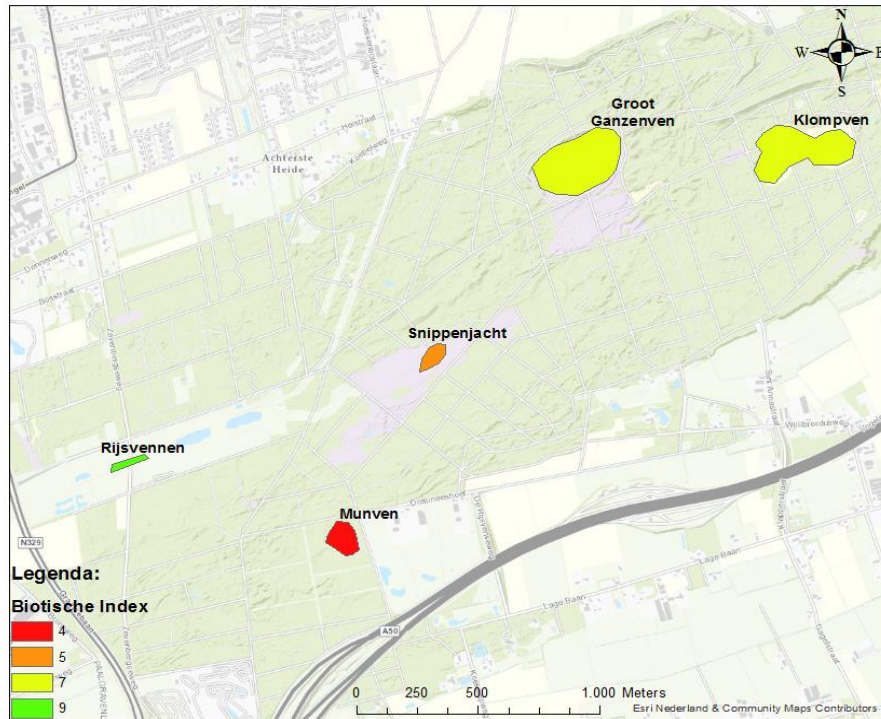
3.2. Macrofauna

Er zijn in totaal 40 verschillende organismen, verdeeld in 12 groepen, waargenomen in de periode van 19-04-2018 tot en met 25-05-2018 (figuur 3.2 en Bijlage V). Van de kevers zijn er de meeste verschillende families en soorten gevonden, namelijk 11. Er zijn in geen enkel ven platwormen, mossels en steenvlieglarven waargenomen.

Tabel 3.2: De waargenomen ordes en klassen per ven en de hoeveelheid soorten en/of families per groep per ven in de periode april 2018 en mei 2018.

| | Borstelwormen | Bloedzuiger | Slakken | Kreeftachtigen | Larven van haften of eendagsvliegen | Kokerjuffers | Tweevleugeligen | Keers en hun larven | Watermijten |
|--|---------------|-------------|----------|----------------|-------------------------------------|--------------|-----------------|---------------------|-------------|
| Schajkse ven 1 | | | | 1 | 1 | | 2 | 2 | |
| Schajkse ven 2 | | | | 1 | 1 | | 2 | 2 | |
| Schajkse ven 3 | | | | | 1 | | 2 | | |
| Munven | | | | 1 | | | 2 | | |
| Klompven | | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Groot Ganzenven | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | 1 |
| Snippenjacht | | | | 1 | | | 2 | 5 | |
| Rijsvennen | 1 | 1 | | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | |
| Totaal aantal verschillende groepen per orde/klasse | 1 | 2 | 5 | 7 | 4 | 4 | 4 | 11 | 2 |

Aan de hand van deze gegevens blijkt dat de Rijsvennen de hoogste biotische index van 9 hebben, wat een zeer goede kwaliteit inhoudt (figuur 3.3a). Het Munven (figuur 3.3a) en het Schaijkse ven 3 (figuur 3.3b) hebben de laagste biotische index, namelijk 4. Dit betekent dat ze zwaar verontreinigd zijn. De andere vennen hebben een matige tot goede kwaliteit (figuur 3.3a en 3.3b en Bijlage III).



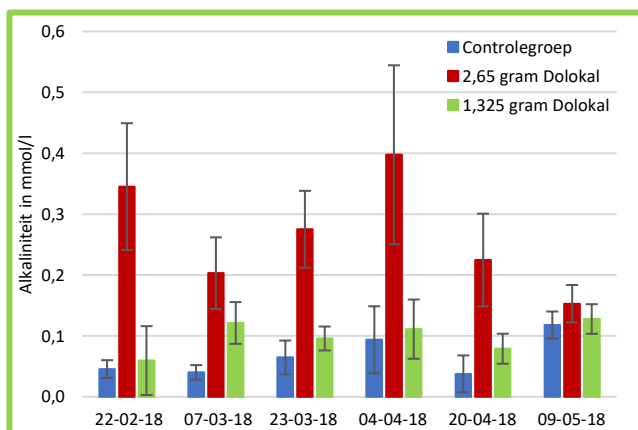
Figuur 3.3a: De biotische index van alle onderzochte vennen in Herperduin. De biotische index ligt tussen 4 en 9.



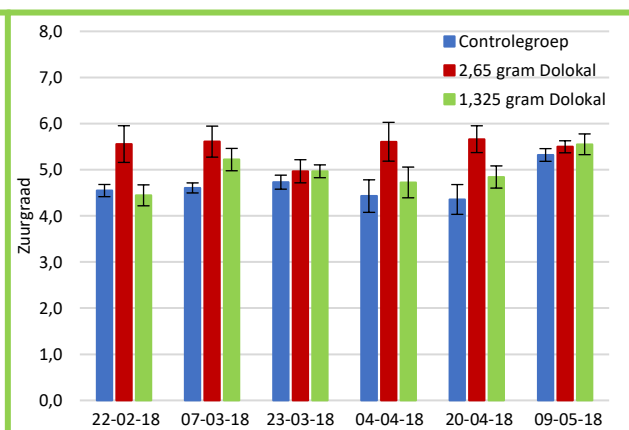
Figuur 3.3b: De biotische index van alle onderzochte vennen op de Schaijkse heide. De biotische index ligt tussen de 4 en 5.

3.3. Kasproef effect van Dolokal op venwater en de groei van pijpenstrootje

Er is geen verschil waargenomen in de zuurgraad en alkaliniteit van het water tussen de drie verschillende behandelingen ($p=0,057$; $p=0,067$) (figuur 3.4 en 3.5). De nitraat- en nitrietgehalten liggen tussen de 4,791 mg/l tot 51,697 mg/l, het ammoniumgehalten tussen 0,274 mg/l en 5,130 mg/l en het fosfaatgehalte tussen 0,288 mg/l en 4,810 mg/l. De EGV-waarden hebben een minimum van 113,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en een maximum van 1360,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Het zuurstofgehalte ligt tussen de 4,14 mg/l en 7,87 mg/l (respectievelijk 47,0% en 91,6%) (Bijlage VI).

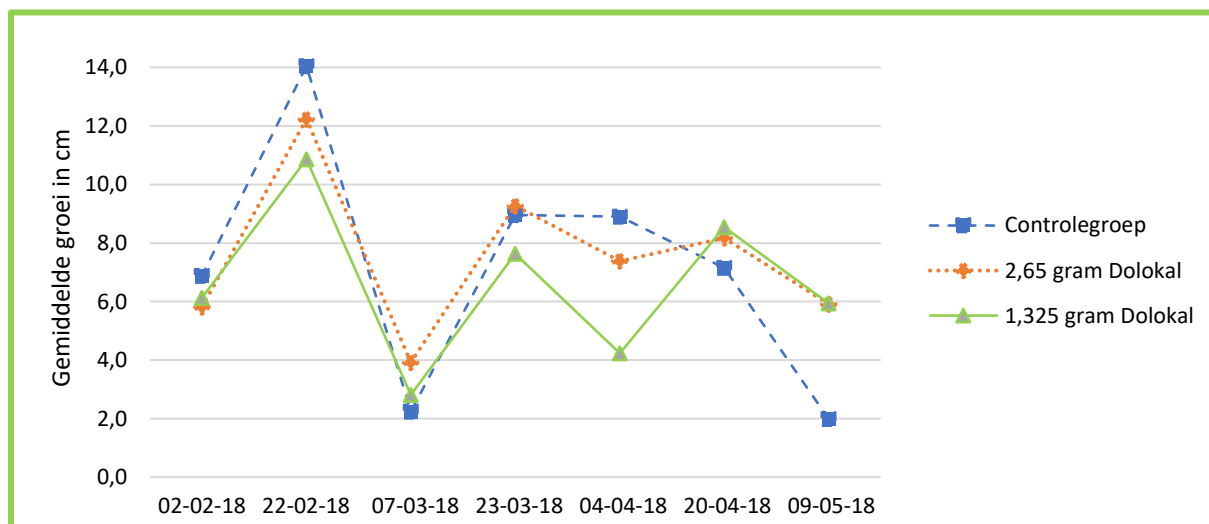


Figuur 3.4: De gemiddelde zuurgraad bij vier metingen van het water van de drie verschillende behandelingen. De foutbalken geven de standaardfout aan.



Figuur 3.5: De gemiddelde alkaliniteit in mmol/l bij vier metingen van het water van de drie verschillende behandelingen. De foutbalken geven de standaardfout aan.

Verder blijkt dat er geen verschil is in de gemiddelde groei in cm tussen de drie verschillende behandelingen waarmee de pijpenstrootjes zijn behandeld ($p=0,726$) (figuur 3.6).



Figuur 3.6: De gemiddelde groei in cm van de pijpenstrootjes bij vijf metingen van de drie verschillende behandelingen, waarbij $t=0$ op 02-02-2018 is.

4. Discussie en Conclusie

Bekalken van de oever in het veld met Dolokal leidt tot een kortstondig positief effect van de zuurgraad en de alkaliniteit in het Munven en Snippenjacht. Op het moment dat het Munven bij uitwerking van de Dolokal behandeling terugvalt naar de oude situatie, blijven de niet behandelde vennen stabiel. Het korte effect op de zuurgraad en alkaliniteit bij het Munven is te verklaren met de grote hoeveelheid neerslag tussen 30 december 2017 en 2 februari 2018 (KNMI, 2018). Hierdoor steeg de waterspiegel en kwam alle Dolokal in één keer in het water terecht, in plaats van dat het rustig in kon zigen. Doordat regenwater van nature een zuur karakter heeft is het water van het Munven weer verzuurd (Betavak, 2016). Daarnaast zorgt de met NH_4^+ -geëtrofide bodem waarschijnlijk ook voor verdere verzuring. Dit kortdurig effect van Dolokal is eerder waargenomen bij een onderzoek naar de werking van bekalken van vennen in 1994 (Bobbink et al., 1996). Bij een ander onderzoek van Verbeek et al. (2005), waarbij het Munven met grit is bekalkt, was er ook een kortdurend verlagend effect op de zuurgraad van het water. Wellicht is het kortstondig effect van Dolokal ook het geval bij het Snippenjacht, maar was dit zo kortstondig dat in de eerstvolgende meting (9 april 2018) geen effect meer is te zien.

Het Munven en Snippenjacht hebben de hoogste zuurgraad, dit kan verklaard worden doordat deze vennen minder kwelwater aangevoerd krijgen en hierdoor minder gebufferd worden. De invloed van het regenwater op het venwater is groter door de verminderde buffering. Door bemesting van het omliggend landbouw, is er een verhoogde stikstofdepositie met ammoniak. Wanneer dit met de neerslag in water terechtkomt, wordt het omgezet tot ammonium (De Vries, 2008). Ammonium nitrificeert tot nitriet, waarbij er H^+ -ionen vrijkomen en nog verdere verzuring van het water plaatsvindt (Bouwman et al., z.d.). Bij een pH tussen 6,5 en 10 vindt er nitrificatie van ammonium plaats, bij een pH beneden 6,5 stopt dit proces (van Helvoort, 1991). Hierdoor hoopt de ammonium- en nitrietconcentratie in het water op (Arts et al., z.d.). Dit is terug te zien in de hoge concentraties van ammonium en nitraat en nitriet van het Munven en Snippenjacht. Dit is waarschijnlijk ook het geval bij de Schaijkse vennen, waar de nitraat- en nitrietgehalten en ammoniumgehalten zijn verhoogd. Echter worden de Schaijkse vennen waarschijnlijk op andere manieren gebufferd, waardoor ze niet zo sterk verzuurd zijn als het Munven en Snippenjacht. Het Groot Ganzenvan, Klompven en de Rijsvennen zijn de minst verzuurde en de meest gebufferde vennen. Dit is te verklaren door meer basen-aanvoerend kwelwater (Adolfse et al., 2015; Sival & Runhaar, 2009). Kwel voert hard water aan, waardoor onder andere de bicarbonaat- en calciumconcentraties hoog zijn. Als kwelwater, dat rijk is aan bicarbonaat, vermengt met het zuurdere oppervlaktewater, wordt het bicarbonaat omgezet in CO_2 . Hierdoor daalt de zuurgraad, krijgt het water een hoger bufferend vermogen, waardoor het nitrificatieproces doorgaat en het ammoniumgehalte en nitraat- en nitrietgehalten afnemen. Het ijzer en calcium dat aanwezig is in het kwel kunnen binden aan het aanwezige fosfaat, waardoor het fosfaat neerslaat en in mindere mate aanwezig is (Verdonschot & Loeb, 2008). Dit kan de lage fosfaatconcentratie bij de Rijsvennen verklaren. De hogere bicarbonaat- en calciumconcentraties, door kwelwater, van deze vennen is terug te zien in de hoge alkaliniteit van de drie vennen.

Het kortdurende effect van Dolokal wordt bevestigd in de kasproef, waarbij de verschillen in zuurgraad en alkaliniteit tussen de drie behandelingen een trend laat zien. Deze trend laat zien dat er een verhoogde alkaliniteit is bij de behandelingen met een hogere Dolokalconcentratie. Deze verhoging is echter aan het eind van de proef al weg, wat het kortstondig effect onderbouwt. De verschillen zijn echter te klein om significantie aan te geven.

Net als bij het macrofaunaonderzoek van Dekker et al. (2017) dat vorig jaar is uitgevoerd, heeft het Munven de laagste biotische index. Dit komt doordat dit ven een hoge zuurgraad en lage buffering heeft, waardoor er weinig soorten in kunnen overleven (Lamers et al., 2002). Dit kan ook de lage biotische index van het Snippenjacht verklaren. Het Snippenjacht heeft echter een degelijk aantal verschillende organismen. Opvallend is dat er in dit ven veel soorten zijn waargenomen die niet mee worden genomen in de biotische index. Het gaat hier om een aantal kikkers en salamanders. Dat er zo veel libellen zijn gevonden kan verklaard worden doordat het Snippenjacht midden op de heide ligt met de nodige lage vegetatie en dat deze in de zomer droog komt te liggen. Door de lage kwaliteit van het water zijn er niet veel nimfen gevonden, maar de vegetatie ondersteund volwassen exemplaren ruim voldoende (Collinson et al., 1995).

De macrofauna analyses laten zien dat de Rijsvenen de hoogste biotische index hebben, gevolgd door het Groot Ganzenven en het Klompven. Dit kan verklaard worden door de hogere waterkwaliteit, waardoor de beschikbaarheid van nutriënten hoger is (Caldeira & Wickett, 2003).

Het Schaijkse ven 3 heeft de laagste zuurgraad van de drie Schaijkse vennen, maar het heeft ook het hoogste ammoniumgehalte. Dit kan een verklaring zijn voor het feit dat in dit ven de minste soorten zijn waargenomen en geen kevers en libellenlarven zijn gevonden, maar voornamelijk muggenlarven en wantsen. Zoals te zien in de biotische index tabellen van Betavak (Bijlage III) zijn muggenlarven en wantsen een indicator voor matige en slechte wateren, al helemaal wanneer er weinig andere soorten worden waargenomen. Doordat er in de Schaijkse vennen nog niet eerder macrofauna onderzoek is uitgevoerd, zullen deze metingen als referentiekader gebruikt worden voor vervolgonderzoeken.

In het Klompven zijn verschillende slakkensoorten gevonden, wat erop wijst dat er hier voldoende kalk aanwezig is. Slakken hebben namelijk kalk nodig voor de bouw van hun schelp (Berendsen, 2005). Een goede hoeveelheid kalk op zijn plaats draagt weer bij aan een betere waterkwaliteit. In het macrofauna onderzoek van Dekker et al. (2017) zijn de Poelslak en Hoornschaal gevonden. Ondanks dat de Hoornschaal dit jaar niet is waargenomen, zijn er andere slakkensoorten waargenomen. Naast de Poelslak zijn de Stompe moerasslak, Puntige blaashoorn en Jenkins waterhoorn geïnventariseerd (Bijlage V).

De globale soortenverdeling komt redelijk overeen met de resultaten uit het onderzoek dat vorig jaar (Dekker et al., 2017) is uitgevoerd. Er zijn verschillen in de gevonden families vergeleken met het vorige onderzoek, maar de algemene macrofaunagroepen blijken veelal hetzelfde te zijn.

Uit zowel het veldonderzoek als de kasproef blijkt dat Dolokal een kortdurend verlagend effect heeft op de zuurgraad en verhogend effect op de alkaliniteit van de vennen. We bevelen aan om een vervolgonderzoek te doen, waarbij de vennen frequenter worden bekalkt met Dolokal. Hierdoor kan er onderzocht worden of er dan een langduriger effect is van Dolokal en of het bufferend vermogen uiteindelijk stijgt en de zuurgraad uiteindelijk daalt, waardoor het ven een betere kwaliteit krijgt. Een andere mogelijkheid is om de bron van de vervuiling aan te pakken, namelijk de vermessing van het water. Het is aan te raden om onderzoek te doen in hoeverre de depositie van lokale oorsprong is en eventueel afspraken te maken met de lokale boerenbedrijven over het mest en kunstmestgebruik. Wanneer het mest en kunstmestgebruik verminderd wordt zal de stikstofdepositie wellicht afnemen en het water van de vennen minder vervuilen en uiteindelijk minder verzuren. De verwachting is dat hierdoor de biotische index van de vennen zal verbeteren.

Literatuur

Adolfse L., Christiaans R., Dielissen A., Ettema N., van der Laan K., Linnartz L., Melisie E. & Nyssen B. (2015) Inrichtings- en Beheerplan De Maashorst (2015-2019). 56 p.

Arts, G.H.P., Brouwer, E., Horsthuis M.A.P. & Smits, N.A.C. (z.d.). Herstelstrategie H3160: Zure vennen. Synbiosys. p 395-408.

Arts, G.H.P., van Dam, H., Wortelboer, F.G., van Beers, P.W.M. & Belgers, J.D.M. (2002). De toestand van het Nederlandse ven. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 542. AquaSense-rapport 02.1715. 124 p.

Betavak (2016). Bepaling van de zuurgraad van water. <http://www.betavak.nl/biologie/ph.htm>
Geraadpleegd op: 12 mei 2018.

Betavak (2016). Waterdieren en waterkwaliteit. <http://www.betavak.nl/index.htm>. Geraadpleegd: 27 september 2017.

Bobbink R., Brouwer E., Roelofs J.G.M. & Verheggen G.M. (1996) Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van oppervlaktewateren. 204 p.

Bouwman, J.H., Nijssen, M.E., Beije, H.M., Groenendijk, D., Bal, D. & Smits, N.A.C. (z.d.). Herstelstrategie Zuur ven (leefgebied 4). Synbiosys. p 983 – 992.

Caldeira, K. & Wickett, M.E. (2003). Anthropogenic carbon and ocean pH. *Nature*, 425. 365 p.

Collinson, N.H., Biggs J., Corfield A., Hodson M.J., Walker D., Whitfield M. & Williams P.J. (1995). Temporary and permanent ponds: An assessment of the effects of drying out on the conservation value of aquatic macroinvertebrate communities.

Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (z.d.). Wat zijn de effecten van bekalking/waarom is kalk belangrijk? Wageningen University & Research. 2 p.

De Maashorst (2017). De Maashorst, Gezond Landschap. <http://www.allemaalmaashorst.nl/>.
Geraadpleegd: 21 september 2017.

De Vries, W. (2008). Verzuring: oorzaken, effecten, kritische belastingen en monitoring van de gevolgen van ingezet beleid. Alterra-Wageningen Universiteit en Reseach Centrum, Alterra-rapport 1699. 89 p.

Dekker, M., Peenen, A. & van Pot, S. (2017). De biotische waterkwaliteit in natuurgebied Herperduin, gelet op de aanwezigheid van macrofauna. 23 p.

Dorland, E. & van Loon, A. (2011). Verkenning, kwantificering, processen ten behoeve van herstelstrategieën PAS. KWR Watercycle Research Institute. Opdrachtnummer A308728. 48 p.

Erlandsson, M., Cory, N., Fölster, J., Köhler, S., Laudon, H., Weyhenmeyer, G.A. & Bishop, K. (2011). Increasing dissolved organic carbon redefines the extend of surface water acidification and helps resolve a classic controversy. *BioScience*, 61. p: 614-618.

- Feely R.A., Sabine C.L., Lee K., Berelson W., Kleypas J., Fabry V.J. & Millero F.J. (2004). Impact of anthropogenic CO₂ on the CaCO₃ system in the oceans. *Science*, 305. p: 362-366.
- Melisie, E.J., Nyssen, B., Dielissen, A., Christiaans, R. & Linnartz, L. (2015). Inrichtings- en Beheerplan De Maashorst (2015-2019). 56 p.
- Grontmij | AquaSense en Alterra (2005). Huidige toestand en vervolgaanpak Brabantse vennen. In opdracht van: Provincie Noord-Brabant. Grontmij | AquaSense Rapportnummer: 05,2184,2, Alterra Rapportnummer: 1200. 179 p.
- Higler, L.W.G. (2006). Waterbeestjes in beeld. KNNV, Utrecht, 32
- IVN Vechtplassen (z.d.). Addendum: Bepaling van de biotische index van zoetwater. 14 p.
- KNMI (2018). Geografische overzichten van het weer in Nederland. <https://knmi.nl/home>. Geraadpleegd op: 19 juni 2018.
- Lamers, L.P.M., Smolders, A.J.P. & Roelofs, J.G.M. (2002). The restoration of fens in the Netherlands. p 115.
- Ligtvoet, W., Beugelink, G., Brink, C. Franken, R. & Kragt, F. (2008). Kwaliteit voor Later. Planbureau voor Leefomgeving, PBL-publicatienummer 50014001. 213 p.
- Van Helvoort, P.C.A.M, van der Vorm, E., Weesendorp, P.P. & Witvoet, W.C. (1991). Nitrificatie en denitrificatie in compactsystemen. Stora, programma PN-1992. 105 p.
- Verdonschot, P.F.M. & Loeb, R. (2008) Effecten van grondwatertoevoer op oppervlaktewaterkwaliteit. 45 p.
- Natuurkennis (2017). Bekalken. <https://www.natuurkennis.nl/>. Geraadpleegd op: 24 mei 2018.
- Sival, F.P. & Runhaar, J. (2009). Interacties Milieuthema's verdroging met andere Ver-thema's: verzuring, vermisting en verontreiniging in natuurgebieden. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1577. 71 p.
- Van Turnhout, C., Stuijzand, S., Nijssen, M. & Esselink, H. (2003). Gevolgen van verzuring, vermisting en verdroging en invloed van herstelbeheer op duinfauna. Expertisecentrum LNV, Rapport EC-LNV nr. 2003/153. 270 p.
- Verbeek, P.J.M., Scherpenisse-Gutter, M.C., Brouwer, E. & Boonman, M. (2005). Vooronderzoek OBN Herperduin. Flora, fauna en hydrologie. Natuurbalans - Limes Divergens BV, Nijmegen. Onderzoekscentrum Bware, Nijmegen.

Bijlagen

Bijlage I. Berekening concentratie Dolokal

In het veld:

De hoeveelheid Dolokal dat nodig is bij een bepaald oppervlakte in m² is te berekenen met de formule: Oppervlakte/10000x2000 = kg Dolokal per ven.

In de kas:


De potdiameter is $\emptyset = 13\text{cm}$.

De oppervlakte = straal² * π .

Dus $6,5^2 * \pi = 132,7322\dots \text{cm}^2$.

$132,7322\dots / (10.000 * 10.000) * 2.000 = 0,002654\dots \text{kg} = 2,65 \text{ gram per pot}$.

Bijlage II. Alkaliniteit

| | | |
|---|--|--|
| <p>Principe</p> | | <p>Het bufferende vermogen van de bicarbonaten wordt gemeten door het titreren met een sterkzuur tot de bufferende werking weg is. Dit punt bevindt zich bij een pH van 4,3</p> |
| <p>Voorbehandeling</p> | <p>Filtreren Erlenmeyer 250 ml</p> | <p>Filtreer het watermonster als er sprake is van een troebeling. Pipeteer 100ml watermonster in een bekeerglas van 250ml. Als er minder monster is volstaat 50ml of zelfs 25 ml ook.</p> |
| <p>Metten</p>  | | <p>Meet de pH van de monsters door de elektrode in het water te steken. Vervolgens de oplossing even de schudden en daarna de pH af te lezen.</p> <p>Titreer de vloeistof met 0,01M HCl tot een pH van 4,3. Noteer het verbruik.</p> <p>Bereken het HCO³⁻ concentratie in het monster:</p> $\frac{c_{\text{HCl}} (\text{mol/l}) * V_{\text{HCl}} (\text{ml})}{V_{\text{sample}} (\text{ml})} = c_{\text{HCO}_3^-} (\text{mol/l})$ |

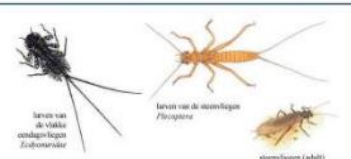

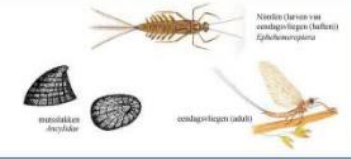
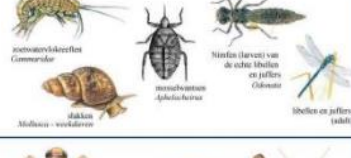


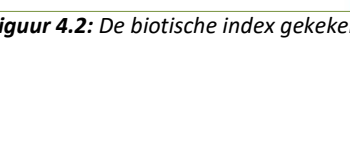
Figuur 4.1: Methode om de alkaliniteit/biologische hardheid van het water te meten.

Bijlage III. Biotische index

De biotische index van de vennen wordt met een schema bepaald aan de hand van de gedetermineerde macrofauna. Dit schema en de beoordelingen ervan zijn afkomstig van Betavak (Betavak, 2016).

Tabel 4.1: Beoordeling van de biotische index.

| Biotische index | Beoordeling |
|-----------------|--|
| 9 - 10 | Geen tot geringe verontreiniging: zeer goede kwaliteit |
| 7 - 8 | Weinig verontreiniging: goede kwaliteit |
| 5 - 6 | Matige verontreiniging: matige kwaliteit |
| 3 - 4 | Zware verontreiniging: slechte kwaliteit |
| 0 - 2 | Zeer zware verontreiniging: zeer slechte kwaliteit |

| MACRO-INVERTEBRATEN | | Totaal S.E. | 0-1 | 2-5 | 6-10 | 11-15 | 16+ |
|---|----------|-------------|-----|-----|------|-------|-----|
|  | > 1 s.e. | | | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | 1 s.e. | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
|  | > 1 s.e. | | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| | 1 s.e. | 5 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
|  | > 2 s.e. | | | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | 2-1 s.e. | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|  | - 1 s.e. | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| | | | | | | | |
|  | - 1 s.e. | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| | | | | | | | |
|  | - 1 s.e. | 1 | 2 | 3 | | | |
| | | | | | | | |
|  | - 1 s.e. | 0 | 1 | 1 | | | |
| | | | | | | | |

Figuur 4.2: De biotische index gekeken naar de macrofauna.

Bijlage IV. Gemiddelde chemische parameters van de vennen

Het Klompven heeft gemiddeld de hoogste geleidbare vermogen (EGV), namelijk 202,8 μS (tabel 4.2). Het Snippenjacht heeft met een waarde van 32,6 μS het laagste geleidbare vermogen. Het Schaijkse ven 1 heeft het meeste zuurstof van 17,77 mg/l, maar het zuurstofpercentage is het laagste bij dit ven en heeft een waarde van 63,8%. Het Snippenjacht en de Rijsvennen scoren hierbij de hoogste gemiddelde waarde, ze hebben namelijk beide een zuurstofgehalte van 84,6%. De temperatuur van alle vennen ligt gemiddeld rond de 6 °C en 7 °C. Het Klompven heeft gemiddeld de hoogste temperatuur van 6,6 °C en het Schaijkse ven 3 heeft de laagste gemiddelde temperatuur van 5,9 °C.

Tabel 4.2: Gemiddelde waarden voor geleidbare vermogen, zuurstof en temperatuur van de acht vennen.

| Vennen | EGV | Zuurstof | | Temperatuur |
|-----------------|-------|----------|------|-------------|
| | | mg/L | % | |
| Schaijkse ven 1 | 55,8 | 17,77 | 63,8 | 6,4 |
| Schaijkse ven 2 | 42,2 | 8,87 | 72,5 | 6,2 |
| Schaijkse ven 3 | 40,9 | 8,49 | 68,8 | 5,9 |
| Munven | 107,6 | 9,24 | 75,3 | 6,3 |
| Klompven | 202,8 | 7,70 | 65,8 | 6,6 |
| Groot Ganzenven | 123,3 | 9,90 | 82,1 | 6,5 |
| Snippenjacht | 32,6 | 10,50 | 84,6 | 6,3 |
| Rijsvennen | 98,8 | 10,30 | 84,6 | 6,5 |

Bijlage V. Inventarisatietabellen

V.I Gedetermineerde soorten Schaijkse ven 1

| Macrofaunagroep | Biologische analyse | Wetenschappelijke naam |
|---|--------------------------------|--------------------------|
| Haft – eendagsvlieg | Larve eendagsvlieg | Cloëon spec. |
| Kever | Larve gegroefde waterroofkever | Acilius spec. |
| Kever | Larve piepkever | Hygrobia hermanni |
| Kreeftachtige | Watervlo | Polyphemus pediculus |
| Libellenlarve | Larve waterjuffer | Coenagrionidae spec. |
| Libellenlarve | Larve smaragdlibel | Cordulia aenea |
| Muggenlarve | Larve vedermug | Chironomus spec. |
| Muggenlarve | Larve spookmug | Chaoborus spec. |
| Wantsen | Rugzwemmer | Notonecta glauca |
| Wantsen | Larve platte wants | Ilyocoris cimicoides |
| <i>Gevonden organismen die niet gerelateerd zijn aan de macrofauna analyse</i> | | |
| Amfibieën | Larve watersalamander spec. | Triturus spec. |
| Libellen | Platbuik | Libellula depressa |
| Libellen | Viervlekkenlibel | Libellula quadrimaculata |
| Libellen | Smaragdlibel | Cordulia aenea |

V.II Gedetermineerde soorten Schaijkse ven 2

| Macrofaunagroep | Biologische analyse | Wetenschappelijke naam |
|---------------------|--------------------------------|------------------------|
| Haft – eendagsvlieg | Larve eendagsvlieg | Cloëon spec. |
| Kever | Larve gegroefde waterroofkever | Acilius spec. |
| Kever | Larve gewone geelrand | Dytiscus marginalis |
| Kreeftachtige | Watervlo | Daphnia spec. |
| Kreeftachtige | Watervlo | Polyphemus pediculus |
| Libellenlarve | Larve waterjuffer | Coenagrionidae spec. |
| Muggenlarve | Larve vedermug | Chironomus spec. |
| Muggenlarve | Larve spookmug | Chaoborus spec. |
| Wantsen | Rugzwemmer | Notonecta glauca |
| Wantsen | Duikerwants | Corixa spec. |
| Wantsen | Gestippelde duikerwants | Corixa punctata |
| Wantsen | Schaatsrijder | Gerris lacustris |

V.III Gedetermineerde soorten Schaijkse ven 3

| Macrofaunagroep | Biologische analyse | Wetenschappelijke naam |
|---|-------------------------|---------------------------|
| Haft – eendagsvlieg | Larve eendagsvlieg | Cloëon spec. |
| Muggenlarve | Larve spookmug | Chaoborus spec. |
| Muggenlarve | Larve vedermug | Chironomus spec. |
| Muggenpop | Pop spookmug | Chaoborus spec. |
| Wantsen | Rugzwemmer | Notonecta glauca |
| Wantsen | Duikerwants | Corixa spec. |
| Wantsen | Gestippelde duikerwants | Corixa punctata |
| <i>Gevonden organismen die niet gerelateerd zijn aan de macrofauna analyse</i> | | |
| Amfibieën | Groene bastaardkikker | Pelophylax kl. esculentus |
| Libellen | Gewone oeverlibel | Orthetrum cancellatum |
| Libellen | Platbuik | Libellula depressa |
| Libellen | Viervleklibel | Libellula quadrimaculata |

V.IV Gedetermineerde soorten Munven

| Macrofaunagroep | Biologische analyse | Wetenschappelijke naam |
|---|---------------------|---------------------------|
| Kreeftachtige | Watervlo | Polyphemus pediculus |
| Libellenlarve | Larve smaragdlibel | Cordulia aenea |
| Libellenlarve | Larve waterjuffer | Coenagrionidae spec. |
| Muggenlarve | Larve spookmug | Chaoborus spec. |
| Muggenlarve | Larve vedermug | Chironomus spec. |
| Wantsen | Rugzwemmer | Notonecta glauca |
| Wantsen | Platte wants | Ilyocoris cimicoides |
| Wantsen | Schaatsrijder | Gerris lacustris |
| <i>Gevonden organismen die niet gerelateerd zijn aan de macrofauna analyse</i> | | |
| Amfibieën | Bastaardkikker | Pelophylax kl. esculentus |
| Amfibieën | Rugstreepad | Bufo calamita |

V.V Gedetermineerde soorten Klompven

| Macrofaunagroep | Biologische analyse | Wetenschappelijke naam |
|---|------------------------------|--------------------------|
| Bloedzuiger | Onechte paardenbloedzuiger | Haemopsis sanguisuga |
| Haft – eendagsvlieg | | Caenis horaria |
| Haft – eendagsvlieg | | Caenis latipennis |
| Kever | | Coleoptera spec. |
| Kever | Larve gewone geelrand | Dytiscus marginalis |
| Kreeftachtige | Watervlo | Daphnia spec. |
| Kreeftachtige | Watervlo spec. | Cladocera spec. |
| Kokerjuffer | | Trichoptera spec. |
| Libellenlarve | Larve waterjuffer | Coenagrionidae spec. |
| Libellennimf | Nimf smaragdlibel | Cordulia aenea |
| Libellennimf | Nimf platbuik | Libellula depressa |
| Muggenlarve | Larve steekmug | Culicidae spec. |
| Slakken | Stompe moerasslak | Viviparus contecus |
| Slakken | Ovale poelslak | Radix ovata |
| Slakken | Puntige blaashoorn | Physella acuta |
| Slakken | Jenkins waterhoorn | Potamopyrgus antipodarum |
| Vliegen | Larve steekvlieg | Tabanidae spec. |
| Wantsen | Rugzwemmer | Notonecta glauca |
| Wantsen | Gestippelde duikerwants | Corixa punctata |
| Wantsen | Duikerwants | Corixidae spec. |
| Wantsen | Waterschorpioen | Nepa cinerea |
| Watermijt | | Limnesia spec. |
| Watermijt | | Arrhenurus spec. |
| <i>Gevonden organismen die niet gerelateerd zijn aan de macrofauna analyse</i> | | |
| Amfibieën | Larve kleine watersalamander | Triturus vulgaris |
| Vissen | Koikarper | Cyprinus carpio |
| Vissen | Driedoornige stekelbaars | Gasterosteus aculeatus |

V.VI Gedetermineerde soorten Groot Ganzenven

| Macrofaunagroep | Biologische analyse | Wetenschappelijke naam |
|---------------------|--------------------------|------------------------|
| Bloedzuiger | | Hirudinea spec. |
| Haft – eendagsvlieg | | Caenis horaria |
| Kever | Larve kever | Coleoptera spec. |
| Kever | Waterroofkever spec. | Dytiscidae spec. |
| Kever | | Coleoptera spec. |
| Kever | Grote spinnende watertor | Hydrophilus piceus |
| Kever | Larve waterroofkever | Dytiscidae spec. |
| Kever | Modderkever | Hygrobia hermanni |
| Kokerjuffer | | Trichoptera spec. |
| Kreeftachtige | Watervlo | Daphnia spec. |
| Kreeftachtige | Watervlo spec. | Cladocera spec. |
| Libellenlarve | Larve heidelibel | Sympetrum spec. |
| Libellenlarve | Larve juffer | Zygoptera spec. |
| Libellenlarve | Larve juffer | Zygoptera spec. |
| Libellenlarve | Larve juffer | Zygoptera spec. |
| Libellenlarve | Larve juffer | Zygoptera spec. |
| Muggenlarve | | Nematocera spec. |
| Muggenlarve | Larve spookmug | Chaoborus spec. |
| Muggenlarve | Larve vedermug | Chironomus spec. |
| Slakken | Gewone poelslak | Lymnaea stagnalis |
| Spinnen | Waterspin | Argyroneta aquatica |
| Wantsen | Rugzwemmer | Notonecta glauca |
| Wantsen | Duikerwants | Corixidae spec. |
| Wantsen | Waterschorpioen | Nepa cinerea |
| Watermijt | | Hydrachnidae spec. |

V.VII Gedetermineerde soorten Snippenjacht

| Macrofaunagroep | Biologische analyse | Wetenschappelijke naam |
|---|------------------------------|--------------------------|
| Kever | Waterroofkever | Laccophilus minuta |
| Kever | Waterroofkever spec. | |
| Kever | | Coleoptera spec. |
| Kever | Waterroofkever | Graphoderus zonatus |
| Kever | Larve gewone geelrand | Dytiscus marginalis |
| Kreeftachtige | Watervlo spec. | Cladocera spec. |
| Kreeftachtige | Watervlo spec. | Cladocera spec. |
| Libellenlarve | | Odonata spec. |
| Libellennimf | Nimf smaragdlibel | Cordulia aenea |
| Muggenlarve | Larve spookmug | Chaoborus spec. |
| Muggenlarve | | Diptera spec. |
| Spinnen | Poelpiraat | Pirata piraticus |
| Wantsen | Gestippelde duikerwants | Corixa punctata |
| Wantsen | Schaatsrijder | Gerris lacustris |
| Wantsen | Rugzwemmer | Notonecta glauca |
| <i>Gevonden organismen die niet gerelateerd zijn aan de macrofauna analyse</i> | | |
| Amfibieën | Larve kleine watersalamander | Triturus vulgaris |
| Amfibieën | Bruine kikker | Rana temporaria |
| Amfibieën | Poelkikker | Rana lessonae |
| Amfibieën | Bruine kikker | Rana temporaria |
| Libellen | Viervleklibel | Libellula quadrimaculata |
| Libellen | Grote keizer | Anax imperator |
| Libellen | Smaragdlibel | Cordulia aenea |
| Libellen | Watersnuffel | Enallagma cyathigerum |
| Libellen | Lantaarntje | Ischnura elegans |
| Libellen | Viervleklibel | Libellula quadrimaculata |
| Libellen | Platbuik | Libellula depressa |
| Libellen | Grote keizerlibel | Anax imperator |

V.VIII Gedetermineerde soorten Rijsvennen

| Macrofaunagroep | Biologische analyse | Wetenschappelijke naam |
|---|------------------------|--------------------------|
| Bloedzuiger | | Hirudinea spec. |
| Borstelworm | Slingerworm | Tubifex spec. |
| Grootvleugeligen | Slijkvlieg | Sialis lutaria |
| Haft - eendagsvlieg | | Ephemeroptera spec. |
| Haft – eendagsvlieg | Larve eendagsvlieg | Cloëon spec. |
| Kever | Schrijvertje | Gyrinus natator |
| Kever | Piepkever | Hygrobia hermanni |
| Kever | Larve gewone geelrand | Dytiscus marginalis |
| Kever | | Helophorus spec. |
| Kokerjuffer | Larve kokerjuffer | Sericostoma spec. |
| Kokerjuffer | Larve kokerjuffer | Limnephilus spec. |
| Kokerjuffer | Larve kokerjuffer | Glyptotaelius pellucidus |
| Kreeftachtige | Watervlo | Daphnia spec. |
| Kreeftachtige | Watervlo | Holopedium gibberum |
| Kreeftachtige | Watervlo | Leptodora kindti |
| Kreeftachtige | Eenoogkreeft | Cyclops strenuus |
| Libellenlarve | Larve waterjuffer | Coenagrionidae spec. |
| Libellenlarve | | Odonata spec. |
| Muggenlarve | Larve vedermug | Chironomidae spec. |
| Muggenlarve | Larve steekmug | Culicidae spec. |
| Muggenpop | Pop pluimmug | Chaoboridae spec. |
| Springstaart | | Collembola spec. |
| Wantsen | Waterschorpioen | Nepa cinerea |
| Wantsen | Schaatsrijder | Gerris lacustris |
| Wantsen | Rugzwemmer | Notonecta glauca |
| Wantsen | Duikerwants | Corixidae corixa |
| Wantsen | Dwergbootsmannetje | Plea minutissima |
| <i>Gevonden organismen die niet gerelateerd zijn aan de macrofauna analyse</i> | | |
| Amfibieën | Kleine watersalamander | Triturus vulgaris |

Bijlage VI. Chemische parameters van de kasproef

De controlegroep heeft gemiddeld het hoogste gehalte van alle drie de gemeten parameters, de nitraat- en nitrietgehalte, fosfaat- en ammoniumgehalte (tabel 4.3). Het water heeft een gemiddelde nitraat- en nitrietgehalte, fosfaat- en ammoniumgehalte van 10,427 mg/l, 0,325 mg/l en 0,520 mg/l. Het water waarbij de planten 1,325 gram Dolokal toegevoegd hebben gekregen, heeft bij de eerste meting gemiddeld de laagste gehalte van alle drie de parameters. Het gemiddelde nitraat- en nitrietgehalte is 4,791 mg/l, het fosfaatgehalte is 0,248 mg/l en het ammoniumgehalte is 0,288 mg/l. Bij de eindmeting heeft het water van de controlegroep de laagste nitraat- en nitrietgehalte en fosfaatgehalte van respectievelijk 45,444 mg/l en 3,540 mg/l. Het water waarbij de planten met 1,325 gram Dolokal zijn behandeld, heeft gemiddeld de hoogste nitraat- en nitrietgehalte van 51,697 mg/l en de laagste ammoniumgehalte van 3,340 mg/l. Het water waarbij 1,65 gram Dolokal is toegevoegd aan de planten heeft de hoogste ammonium- en fosfaatgehalte van 5,130 mg/l en 4,810 mg/l.

Tabel 4.3: De gemiddelde nitraat- en nitrietgehalte, fosfaat- en ammoniumgehalte van de drie behandelingen van twee

| Behandeling | Nitraat- en nitrietgehalte mg/l | | Ammoniumgehalte mg/l | | Fosfaatgehalte mg/l | |
|---|------------------------------------|------------|-------------------------|------------|------------------------|------------|
| | 22-02-2018 | 09-03-2018 | 22-02-2018 | 09-03-2018 | 22-02-2018 | 09-03-2018 |
| Behandeling 1: controlegroep | 10,427 | 45,444 | 0,325 | 4,270 | 0,520 | 3,540 |
| Behandeling 2: 1,65 g Dolokal | 4,791 | 46,115 | 0,248 | 5,130 | 0,288 | 4,810 |
| Behandeling 3: 1,325 g Dolokal | 5,723 | 51,697 | 0,274 | 3,340 | 0,319 | 4,030 |

Ten slotte is het water van de drie behandelingen gemeten op geleidbare vermogen en zuurstof (tabel 4.4).

Tabel 4.4: De gemiddelde waarden voor geleidbare vermogen, zuurstof en temperatuur van de drie behandelingen.

| Behandeling | Datum | EGV | Zuurstof | |
|---|------------|--------|----------|------|
| | | | mg/L | % |
| Behandeling 1: controlegroep | 22-02-2018 | 146,8 | 4,14 | 52,1 |
| | 07-03-2018 | 319,0 | 6,34 | 77,2 |
| | 23-03-2018 | 148,5 | 5,30 | 61,3 |
| | 04-04-2018 | 779,3 | 5,88 | 66,9 |
| | 20-04-2018 | 1226,8 | 7,71 | 89,4 |
| | 09-03-2018 | 816,4 | 5,46 | 70,2 |
| Behandeling 2: 1,65 g Dolokal | 22-02-2018 | 113,1 | 4,66 | 52,4 |
| | 07-03-2018 | 279,9 | 6,87 | 83,3 |
| | 23-03-2018 | 148,0 | 5,98 | 74,5 |
| | 04-04-2018 | 857,3 | 5,90 | 66,9 |
| | 20-04-2018 | 1360,8 | 7,71 | 89,2 |
| | 09-03-2018 | 691,8 | 5,17 | 67,2 |
| Behandeling 3: 1,325 g Dolokal | 22-02-2018 | 102,4 | 4,21 | 47,0 |
| | 07-03-2018 | 125,4 | 6,01 | 74,2 |
| | 23-03-2018 | 148,0 | 5,98 | 74,5 |
| | 04-04-2018 | 870,8 | 6,20 | 70,5 |
| | 20-04-2018 | 1274,5 | 7,87 | 91,6 |
| | 09-03-2018 | 888,6 | 6,10 | 82,5 |