hogeschool hasdenbosch

WATERKWALITEIT & AQUATISCHE MACROFAUNA IN 't ZWANENBROEKJE

Bakkers, S.;
Bergenhenegouwen, R.;
Bloemberg, M.;
Broecke, S. van den.

2012

WATERKWALITEIT & AQUATISCHE MACROFAUNA IN ‘t ZWANENBROEKJE

Onderzoekers:

Bakkers, Sanne

Bergenhenegouwen, Rinus

Bloemberg, Mark

Broecke, Sjoerd van den

Contactpersoon/Opdrachtgever:

Polman, Ben

Projectbegeleider:

Kouwen, Leon van

hogeschool hasdenbosch

Den Bosch, 21/06/2012

VOORWOORD

Voor u ligt het onderzoeksrapport, uitgevoerd in opdracht van organisatie 't Zwanenbroekje, met daarin de inventarisatie van de macrofauna. Tevens is in dit rapport een poging gedaan om met macrofauna als indicator een uitspraak te doen over de waterkwaliteit. Het rapport dat door ons, eerstejaars studenten van de opleiding Toegepaste Biologie aan de HAS Den Bosch, gemaakt is, is bedoeld om de macrofauna in drie waterlichamen van natuurgebied 't Zwanenbroekje in kaart te brengen.

Een onderzoek wordt nooit tot een succesvol einde gebracht zonder de hulp van anderen. Wij willen daarom onze opdrachtgever organisatie 't Zwanenbroekje bedanken. De organisatie heeft ons de kans gegeven om ons te kunnen ontwikkelen op het gebied van onderzoeksvaardigheden. Daarnaast gaat onze dank in het bijzonder uit naar vrijwilliger en tevens onze contactpersoon Ben Polman. Zijn hulp en inspanning hebben wij als zeer goed ervaren en hebben dat zeer op prijs gesteld. Verder gaat onze dank uit naar Renata Fortuin en in het bijzonder Leon van Kouwen. Hij heeft ons gestuurd tijdens het proces en goed advies gegeven over de aanpak van het onderzoek. Uiteindelijk heeft dit alles geleid tot dit rapport.

Vriendelijke groet,

Sanne Bakkers
Rinus Bergenhenegouwen
Mark Bloemberg
Sjoerd van den Broecke

INHOUDSOPGAVE

HOOFDSTUK 1: INLEIDING 1
1.1 Verantwoording & probleemstelling 1
1.2 Beschrijving onderzoekslocatie 2
1.3 Theoretisch kader 3
HOOFDSTUK 2: MATERIAAL EN METHODE 5
2.1 Inventariseren & determineren van macrofauna 5
2.2 Bepalen van abiotische factoren & chemische waterkwaliteit 6
2.3 Vergelijking biologische waterkwaliteit & chemische waterkwaliteit 6
2.4 Data-verwerking 7
2.5 Aanwezigheid van leverbot 8
HOOFDSTUK 3: RESULTATEN 9
3.1 Biologische waterkwaliteit 9
3.2 Bepalen van abiotische factoren & chemische waterkwaliteit 11
HOOFDSTUK 4: DISCUSSIE 13
4.1 Interpretatie resultaten 13
4.2 Bespreking hypothese 14
4.3 Bespreking methode 14
HOOFDSTUK 5: CONCLUSIE 16
5.1 (Fysisch-)chemische waterkwaliteit 16
LITERATUUR 17
BIJLAGE I – Tabellen & Grafieken 18
BIJLAGE II– Macrofaunamonsters 19
BIJLAGE III – Watermonsters 27
BIJLAGE IV – Determinatieschema 30

SAMENVATTING

’t Zwanenbroekje is een natuurgebied ten noordoosten van Nijmegen. Dit 27,3 hectare tellende gebied bestaat uit 11 aaneengesloten weilanden die omgevormd zijn tot nieuwe natuur. Door het gebied stromen twee beken. Daarnaast zijn sinds 1995 een aantal poelen uitgegraven. Twee poelen in weiland Zwanenbroekje en de meest oostelijk gelegen beek (met vistrap) zijn gebruikt voor het onderzoek naar macrofauna en het verband met de waterkwaliteit.

In opdracht van organisatie ’t Zwanenbroekje is een inventarisatie gemaakt van de aanwezige macrofauna in bovengenoemde drie waterlichamen. De resultaten van deze inventarisatie zijn vervolgens gebruikt om de biologische kwaliteit van het water te bepalen en ten slotte is gekeken of de biologische waterkwaliteit overeenkwam met de gemeten (fysisch-)chemische waterkwaliteit. Organisatie ’t Zwanenbroekje organiseert in het voorjaar en in de zomer rondleidingen en educatieve excursies in het natuurgebied, waarbij aquatische invertebraten worden gevangen en op naam gebracht. De resultaten van dit onderzoek moeten meer duidelijkheid scheppen over wat voor organismen er kunnen worden aangetroffen. Daarnaast is er een determinatiekaart opgesteld voor gebruik tijdens deze excursies. Verder wilde de organisatie meer te weten komen over de aanwezigheid van leverbot en gastheerslakken van deze parasiet.

De macrofaunamonsters zijn op een gestandaardiseerde manier verzameld. Per monster is 10 keer geschept met een fijnmazig schepnet op 10 verschillende bemonsteringspunten langs de oever. De aquatische invertebraten zijn gedetermineerd tot op familie- of ordeniveau met behulp van binoculairs. De (fysisch-)chemische metingen zijn uitgevoerd met behulp van LANGE testen (nitriet, nitraat, ammoniak en fosfaat) en een HACH HQ40D multimeter (zuurstofgehalte, EG, temperatuur en pH). Per waterlichaam zijn hiervoor twee watermonsters genomen. Ook is gekeken naar factoren zoals grootte van het wateroppervlak, stroomsnelheid van het water en de mate van begroeiing langs de oever. De resultaten zijn verwerkt met behulp van het spreadsheetprogramma Microsoft Excel 2010.

Met behulp van Van der Molen & Pot (2007)is de biologische waterkwaliteit van de poelen en de beek vastgesteld. Aan de hand van tabel 2.2 *Bio-indicatoren (macrofauna) voor waterkwaliteit* zijn deze resultaten gekoppeld aan een waarde. Hierbij is een schaal gebruikt van 1 tot 10, waarbij 10 voor de beste waterkwaliteit staat.

Doordat er alleen is bemonsterd in het voorjaar kan het zijn dat enkele soorten op het moment van bemonstering niet actief waren. Ook zijn er maar een beperkt aantal monsters genomen. Daarnaast zijn de chemische monsters van de beek alleen genomen bij de vistrap. Dit veroorzaakt een hogere zuurstofmeting en geeft dus niet correct het zuurstofgehalte van de beek aan (Esselin, H. & Kleef, H. van (2004)).

Voor vervolgonderzoek wordt aanbevolen om meerdere monsters te nemen gedurende een langere periode in het jaar. Chemisch moeten monsters genomen op punten over de gehele beek. De conclusie is dat de onderzoekspoel de beste waterkwaliteit bevat met een waarde van 7.0, de modderpoel een redelijke waterkwaliteit van 5.5, de beek vóór de vistrap een slechte waterkwaliteit van 4.5 en de beek na de vistrap een slechte waterkwaliteit van 4.0.

HOOFDSTUK 1: INLEIDING

1.1 Verantwoording & probleemstelling

In dit onderzoek wordt gekeken naar de macrofauna van een aantal poelen en beken in natuurgebied 't Zwanenbroekje en er wordt een verband gelegd met de waterkwaliteit. De particuliere organisatie 't Zwanenbroekje werkt samen met organisaties zoals het IVN, vereniging voor natuur- en milieueducatie van het Rijk van Nijmegen. Deze samenwerking betreft onderhoud en educatieve activiteiten, waaronder jeugdeducatie en excursies. De organisatie wordt voor een groot deel gesubsidieerd door verschillende organisaties, zoals de Provincie en Waterschap-WSRL. Voorwaarde voor de verstrekking van deze subsidies is de realisatie van een bloemrijk grasland in natuurgebied 't Zwanenbroekje. Mede hiervoor wordt om de twee à drie jaar een inventarisatie gemaakt van de aanwezige plantensoorten. De subsidieverstrekkers krijgen zo een beeld van de vegetatieontwikkeling in het gebied.

Om in aanmerking te komen voor de subsidies hoeven de waterkwaliteit en de aanwezigheid van macrofauna dus niet onderzocht te worden. Organisatie 't Zwanenbroekje wil daarentegen wel een inventarisatie van macrofauna in de educatieve poelen en de oostelijk gelegen beek. Vooral omdat de organisatie hier interesse in heeft, maar ook om de aanwezigheid van leverbot uit te sluiten. Dit laatste omdat in het gebied rode geuzen grazen die drinken uit de wateren in 't Zwanenbroekje.
In het voorjaar en in de zomer worden rondleidingen en educatieve excursies gegeven door vrijwilligers van organisatie 't Zwanenbroekje. Tijdens de excursies worden macro-invertebraten gevangen en op naam gebracht. De poelen die voor deze activiteiten gebruikt worden, liggen in weiland Zwanenbroekje. Omdat de poelen nog niet zo oud zijn (poel 1 is uitgegraven in 1995, poel 2 in november 2009) , is er nog niet heel veel bekend over de aanwezige macrofauna in de poelen. De resultaten van dit onderzoek moeten daar duidelijkheid in scheppen. Daarnaast wordt er aan de hand van de resultaten een determinatiekaart gemaakt voor gebruik tijdens de excursies (zie bijlage IV).

Deze gegevens leidden tot de volgende probleemstelling: Welke aquatische macrofauna komen voor in welke poelen en beken van natuurgebied 't Zwanenbroekje, en wat zeggen de aangetroffen organismen over de waterkwaliteit? De verwachting is dat de beek een betere waterkwaliteit heeft dan de poelen, omdat het water constant in beweging is. Hierdoor is de beek zuurstofrijker en minder voedselrijk. De beek zal daarom meer haften, steenvliegen en andere kensoorten van zuurstofrijk water bevatten en over het algemeen een grotere diversiteit aan organismen hebben. Om te onderzoeken of deze hypothese klopt, wordt uitgegaan van de volgende onderzoeksvraag: Wat zegt de macrofauna over de waterkwaliteit van de poelen en beek in natuurgebied 't Zwanenbroekje?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn een aantal deelvragen opgesteld. Deze deelvragen richten zich allereerst op het bepalen van de (chemische) waterkwaliteit door middel van een EGV-meting, een pH-meting en een zuurstofbepaling. Daarnaast worden ook de ammoniak-, nitriet-, nitraat- en orthofosfaatconcentratie bepaald.

<u>Deelvragen (chemische)waterkwaliteit:</u>
A. Wat is het elektrisch geleidingsvermogen (EG, in mS/cm) van de poelen en beek?
B. Wat is het zuurstofgehalte (mg/L) van de poelen en beek?
C. Wat is de ammoniakconcentratie van de poelen en beek?
D. Wat is de nitriet- en nitraatconcentratie van de poelen en beek?

E. Wat is de orthofosfaatconcentratie van de poelen en beek?
F. Wat is de zuurgraad (pH) van de poelen en beek?

Daarnaast wordt gekeken naar abiotische factoren, zoals het totale wateroppervlak, temperatuur en stroomsnelheid van het water.

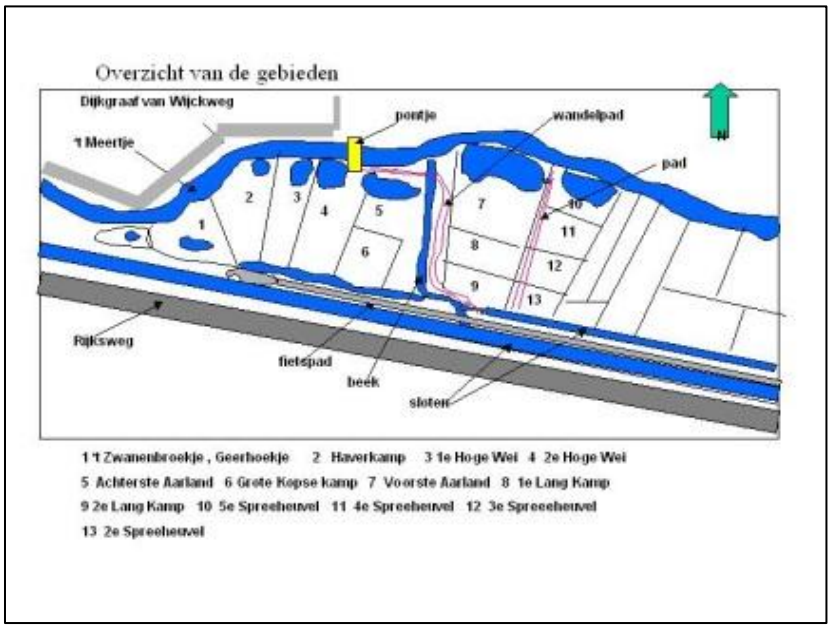
Deelvragen abiotische factoren:
A. Hoe groot is het wateroppervlak (m^2) van de poelen en beek?
B. Hoe sterk is de stroming van het water in de poelen en beek?
C. Wat is de gemiddelde temperatuur van het water tijdens de monsternames?

Ten slotte wordt de focus gelegd op het inventariseren van aquatische ongewervelden. Hierbij wordt tevens bekeken of de gevonden macrofauna indicatief is voor een goede of slechte waterkwaliteit en of dit overeenkomt met de waterkwaliteit en abiotiek die tijdens dit onderzoek zijn bepaald.

Deelvragen macrofauna:
A. Welke aquatische ongewervelden komen voor in de poelen en beek?
B. Welke verschillen zijn er in macrofauna tussen de poelen en beek?
C. Wat zegt de macrofauna over de abiotische factoren van de poelen en beek?
D. Komt dit overeen met de metingen en bepalingen van de chemische waterkwaliteit en abiotiek tijdens dit onderzoek?

1.2 Beschrijving onderzoekslocatie

Natuurgebied 't Zwanenbroekje ligt ten noordoosten van Nijmegen en wordt begrenst door de N325 richting Beek (ter hoogte van Ubbergen) aan de zuidkant en door afwateringskanaal 't Meertje aan de noordkant. Door particulier initiatief worden voormalige landbouwgronden omgevormd tot nieuwe natuur. In 1993 zijn de eerste twee weilanden genaamd Zwanenbroekje en Geerhoekje aangekocht. Omdat deze twee de eerst aangeworven terreinen waren, is het gehele natuurgebied 't Zwanenbroekje genoemd. Deze weilanden werden van oorsprong gebruikt voor intensieve veeteelt. In de loop der jaren is het gebied uitgebreid. Op dit moment bestaat het 27,3 hectare tellende terrein uit een aantal aaneengesloten weilanden, zie figuur 1.1.



Figuur 1.1 Weilanden in natuurgebied 't Zwanenbroekje

Het natuurgebied bestaat hoofdzakelijk uit grasland. De grond bestaat uit zware tot zeer zware rivierklei met een lutumpercentage hoger dan 50%, het bodemprofiel is een poldervaaggrond in een rivierkom (zie bijlage I, figuur 1.1 en 1.2). De bodem is vrij nat en gedurende een aantal weken kan het gebied enkele centimeters onder water komen te staan. ('t Zwanenbroekje, 11 mei 2012). Deze natte ondergrond ontstaat door kwelwater dat afkomstig is van de stuwwal van Nijmegen. De dikke kleilaag zorgt ervoor dat het water minder gemakkelijk terug de grond in kan stromen.

In 2008 zijn langs 't Meertje moerassen uitgegraven. De uitgegraven grond is gebruikt om hoogten te vormen. Door deze hoogten is de grond op sommige plekken droger, dit zorgt voor meer verschillende soorten planten. Er zijn diverse poelen aangelegd in de weilanden Geerhoekje, Zwanenbroekje, Grote Kopse Kamp, Eerste Hoge Wei en Haverkamp. De meeste poelen zijn in 1995 uitgegraven, de poel in weiland Zwanenbroekje is echter in 2009 aangelegd. De poelen variëren in grootte en in de manier waarop het water wordt aangevoerd. Ze zijn natuurvriendelijk aangelegd met platte oevers om een geschikt habitat te bieden voor amfibieën en andere waterdieren.

Door het gebied stromen twee beken die water afkomstig van de stuwwal van Nijmegen afvoeren naar afwateringskanaal 't Meertje. Dit afwateringskanaal ligt ten noorden van natuurgebied 't Zwanenbroekje en staat in verbinding met de Waal. Het water afkomstig van de stuwwal is zeer schoon, het bevat lage concentraties van potentieel schadelijke stoffen ('t Zwanenbroekje, 11 mei 2012). De poelen worden gevoed door kwel- en regenwater. De poel die in verbinding staat met de beek wordt daarnaast gevoed met water afkomstig van de stuwwal. In deze poel is normaal een zeer lichte stroming aanwezig. De beek langs het Achterste Aarland stroomt wat sneller en bevat een vistrap. Deze vistrap geeft vissen de kans om landinwaarts te trekken. De westelijke beek in weiland Zwanenbroekje krijgt minder water, omdat het voedingsgebied kleiner is dan die van de andere beek. Verder staat het water op dit moment bijna stil in verband met een door bevers gebouwde dam. Deze dam bevindt zich aan de voet van de stuwwal, ten zuiden van de Rijksweg N325. Naast de moerassen, poelen en beken zijn er ook nog andere landschaps-elementen aanwezig in het gebied, waaronder struwelen, sloten en takkenrillen('t Zwanenbroekje, 11 mei 2012).

1.3 Theoretisch kader

De macrofauna omvat kleine, ongewervelde waterdieren die opgedeeld kunnen worden in een groot aantal taxonomische groepen. Bij het inventariseren van de macrofauna moet rekening gehouden worden met het feit dat de soortensamenstelling niet gedurende het hele jaar hetzelfde is. Sommige soorten zijn het hele jaar aanwezig, terwijl andere soorten zich alleen in de zomer en lente laten zien. Omdat de taxonomische groepen ieder specifieke eisen stellen aan hun leefomgeving, kunnen zij gebruikt worden als bio-indicatoren. De aanwezigheid van groepen die hoge eisen stellen aan het water duidt op een hoge waterkwaliteit. De afwezigheid van deze groepen kan duiden op een slechte waterkwaliteit, maar dat hoeft niet altijd het geval te zijn. De poelen in 't Zwanenbroekje zijn vrij nieuw, waardoor sommige soorten misschien nog geen tijd hebben gehad om zich hier te vestigen. De waterkwaliteit kan in dat geval gewoon goed zijn.

Het wel of niet voorkomen van taxonomische groepen is ook afhankelijk van een aantal (a)biotische factoren. De soortensamenstelling en populatiegrootte van macrofauna is afhankelijk van de hoeveelheid en de verschillende soorten planten in de buurt van het water. Dieren gebruiken deze planten als voedselbron of als schuilplaats tegen roofdieren, zoals vissen en amfibieën. Welke planten er voorkomen en in welke hoeveelheden is weer afhankelijk van de hoeveelheid in het water opgeloste nutriënten en andere factoren zoals zuurgraad, bodemtype en verontreiniging. Oligotrofe wateren zijn wateren met weinig opgeloste voedingsstoffen. De biodiversiteit is hoog, maar per soort worden lage aantallen aangetroffen. In eutrofe wateren worden, vergeleken met het totale aantal organismen, grote aantallen aangetroffen per soort, maar de biodiversiteit is lager dan in oligotrofe

wateren (Higler, B. (2006)), (Greenhalgh, M. & Ovenden, D. (2007, vert. uit het Engels, cop. 2010)), (Cuppen, J. & Scheffer, M. (2005)).

Een andere belangrijke factor is de waterdiepte en de beschikbaarheid van licht. Planten hebben licht nodig om te groeien. In diep, eutroof water dringt licht nooit helemaal door tot op de bodem, omdat fytoplankton het licht absorbeert. Het gevolg is dat planten niet kunnen wortelen. Dieren die op de bodem van groene plantendelen eten, zullen waarschijnlijk ook afwezig zijn. Een hoge diversiteit aan organismen is met name te vinden in ondiepe oeverzones. Ook de zuurgraad bepaalt het voorkomen van organismen. Sommige soorten houden van zure tot lichtzure wateren (pH 4-6), andere soorten houden juist van licht alkalische wateren (pH>7). Over het algemeen geldt hoe zuurder het water, hoe moeilijker het voor planten en dieren is om te overleven. Andere belangrijke sleutelfactoren zijn stroming, zoutgehalte en zuurstofgehalte. Behalve deze sleutelfactoren spelen ook factoren als temperatuur, aanwezigheid van voedsel (organisch materiaal) en concentraties van nitriet of ammoniak een rol (Higler, B. (2006)), (Greenhalgh, M. & Ovenden, D. (2007, vert. uit het Engels, cop. 2010)), (Cuppen, J. & Scheffer, M. (2005)).

Waar bepaalde diergroepen voorkomen is dus afhankelijk van deze (a)biotische factoren en de waterkwaliteit. In tabel 1.1 wordt een algemeen beeld gegeven van de eisen die de verschillende groepen aan hun leefomgeving stellen. Hierin is te zien dat muggenlarven niet zoveel eisen stellen aan hun leefomgeving als steenvliegen en haften. Muggenlarven komen zowel in zoetwater als brakwater voor en bij zowel zuurstofrijk als zuurstofarm water. Dit in tegenstelling tot steenvliegen en haften die alleen in zuurstofrijk zoetwater leven (Higler, B. (2006)),(Greenhalgh, M. & Ovenden, D. (2007, vert. uit het Engels, cop. 2010)), (Cuppen, J. & Scheffer, M. (2005)).

Tabel 1.1 Habitat- en milieuvoorkeur van verschillende diergroepen. Samengesteld op basis van: (Cuppen & Scheffer, 2005), (Greenhalgh & Ovenden, 2007), (Hilger, 2006) en (Verdonschot, 1990).

Diergroepen	**Habitat- en milieuvoorkeur**
Steenvliegen	Sediment, stenen, zuurstofrijk en stromend water.
Haften	Sediment, stenen, zuurstofrijk en stromend water.
Kokerjuffers	Waterbodem, zuurstofrijk water
Slakken	Watervegetatie, wateroppervlak, stenen. Niet in zuur water. Sommige soorten ook in zuurstofarm water (bijv. posthoornslak).
Platwormen	Watervegetatie, stenen. Niet te zuur
Wantsen	Open tot plantenrijk water. Wateroppervlak (o.a. bootsmannetje en schaatsenrijder). Ook in brak of zuur water.
Libellen	Zuurstofrijk, plantenrijk water. Ook in zuur water
Vlokkreeften	Waterbodem, vrij zwemmend. Waterkwaliteit redelijk tot goed.
Tweekleppigen	Waterbodem. Niet in zuur water.
Zoetwaterpissebedden	Waterbodem. Ook bij lage zuurstofgehalten.
Bloedzuigers	Watervegetatie, stenen, vrij zwemmend. Niet te zuur.
Borstelwormen	Waterbodem.
Muggenlarven	Waterbodem, wateroppervlak, stenen. Zuurstofarm tot zuurstofrijk water. Ook in brak water.
Kreeftachtigen	Zuurstofrijk water, organische bodem.
Watermijten	Parasitair op waterinsecten. Zuurstofrijk water.
Netvleugeligen en slijkvliegen	Organische bodem, plantenrijk water.
Kevers	Wateroppervlak, vrij zwemmend. Klein of plantenrijk water. Ook in brak of zuur water.

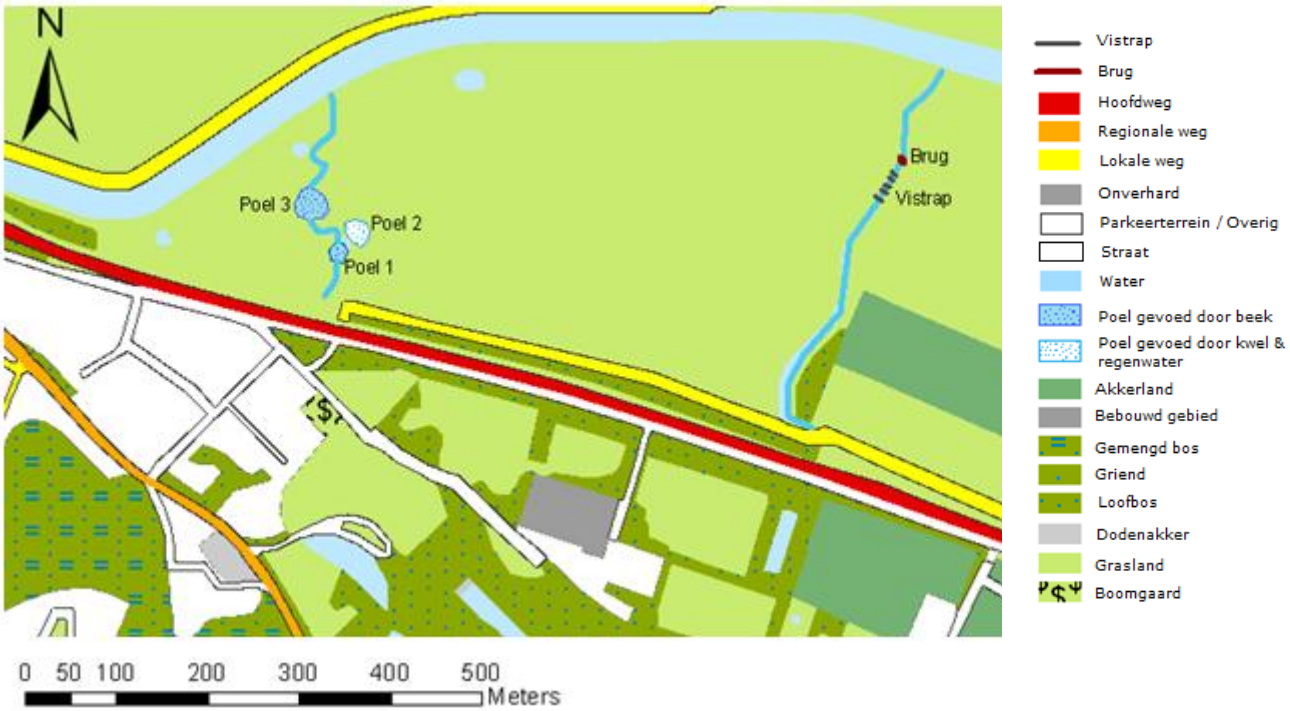
HOOFDSTUK 2: MATERIAAL EN METHODE

2.1 Inventariseren & determineren van macrofauna

Het was niet mogelijk om alle waterlichamen in het natuurgebied te bemonsteren. In plaats daarvan is gekozen om twee poelen en een beek te bemonsteren. In tabel 2.1 en figuur 2.1 is te zien om welke drie waterlichamen het gaat. De voor educatieve doeleinden gebruikte poelen in weiland Zwanenbroekje ("Modderpoel" en "Onderzoekspoel") zijn als eerste bemonsterd. Voor deze poelen moest namelijk een determinatiekaart worden opgesteld. De beek met vistrap is als laatste bemonsterd.

Tabel 2.1 Volgorde en locaties van bemonstering

Volgorde	**Locatie**	**GPS-coördinaten *(Rijksdriehoekstelsel)***
1	Poel 1 "Modderpoel"	(190575, 427925), (190583, 427912)
2	Poel 2 "Onderzoekspoel"	(190595, 427918), (190600, 427941), (190579, 427943)
3	Beek (met vistrap)	(191085, 427964)), (191071, 427964)



Figuur 2.1. Topografische kaart 't Zwanenbroekje.

Om een beter beeld te krijgen van de aanwezige macrofauna zijn alle locaties twee keer bemonsterd. De tijd van het jaar en weersomstandigheden kunnen namelijk invloed hebben op de macrofauna. De begindatum voor het nemen van monsters wordt normaal gesproken vastgesteld aan de hand van de aanwezige soorten. Deze soorten waren echter nog niet bekend voor de drie geselecteerde waterlichamen. Uit de literatuur blijkt dat macrofauna actief wordt, nadat het enkele dagen achtereen boven de 20°C is geweest. Dit vergroot de kans dat er meer variatie aan macrofauna wordt aangetroffen in het water (Esselin, H. & Kleef, H. van (2004)). Op 8 mei 2012 zijn de eerste monsters genomen. De temperaturen lagen in die week rond de 16°C.

De macrofaunamonsters zijn aan de rand van de poel genomen, omdat ook tijdens de excursies alleen langs de waterkant macrofauna wordt gevangen. Per bemonsteringslocatie is 10 keer geschept met een fijnmazig schepnet op 10 verschillende bemonsteringspunten langs de oever. Om een zo representatief mogelijk macrofaunamonster te verkrijgen zijn de monsters in de nabijheid van zowel planten als de bodem genomen. De hele vangst is vervolgens met plant- en bodemmateriaal leeggegoten in een zeef. Voordeel van de zeef is dat het monster kan worden doorgespoeld met water bij aanwezigheid van een grote hoeveelheid modder. Na het verwijderen van modder bleef een monster over dat bestond uit macrofauna, plantenresten en overig materiaal. Dit alles werd in een afsluitbare emmer met water gestopt. Het water in de emmer was afkomstig van het waterlichaam zelf.

De macrofaunamonsters zijn na afloop gekoeld bewaard. Determinatie in het laboratorium moest binnen vijf dagen na de monstername plaatsvinden. Determinatie na deze periode is niet altijd meer mogelijk, omdat de diertjes sterven en hun structuur kunnen verliezen (Verdonschot, P.F.M. (1990)). Alle monsters zijn binnen deze vijf dagen gedetermineerd, behalve het monster van de beek na de vistrap. Deze is op alcohol gezet.

De macrofaunamonsters werden voor het determineren overgebracht in witte determinatiebakken. De afzonderlijke organismen zijn vervolgens apart gezet in petrischaaltjes om ze vervolgens te kunnen determineren met behulp van binoculairs. Er is geprobeerd om alle organismen tot op familieniveau te determineren. Soms was dat echter niet mogelijk, omdat de verschillen tussen organismen van de verschillende families (binnen dezelfde orde) niet duidelijk zichtbaar waren met een binoculair. In deze gevallen is er gedetermineerd tot op ordeniveau. Deze procedure werd voor elke poel en beek herhaald.

De gebruikte macrofauna-determinatiewerken zijn:

- Blokdijk, P. & Sluiszen, A. van der (1989, 1e druk). *Waterdiertjes van Sloot en Plas*. Balkema, 1989.
- Cuppen, J. & Scheffer, M. (2005). *Vijver, sloot en plas*. Baarn: Thirion Natuur.
- Greenhalgh, M. & Ovenden, D. (2007, vert. uit het Engels, cop. 2010). *Zoetwaterleven van Noordwest-Europa.* Baarn: Thirion Natuur.
- Pauw, N. de & Vannevel, R. (1993, 3e druk). *Macro-invertebraten en waterkwaliteit*. Geert de Knijf, J.N.M.

2.2 Bepalen van abiotische factoren & chemische waterkwaliteit

Tijdens het veldwerk zijn per poel en beek ook een aantal fysisch-chemische en chemische metingen gedaan. Er ook gekeken naar factoren zoals de grootte van het wateroppervlak, de stroomsnelheid van het water en de mate van begroeiing aan de oever. Per locatie zijn twee watermonsters genomen. Deze watermonsters zijn gekoeld opgeslagen en twee dagen na de monstername in het laboratorium geanalyseerd op de nitriet, nitraat, ammoniak en fosfaat door middel van LANGE sneltesten. Deze analyses kunnen meer duidelijkheid verschaffen over de mate van voedselrijkdom. Eutrofiëring kan leiden tot algenbloei en algenbloei kan funest zijn voor planten en macrofauna, omdat sommige algensoorten gifstoffen produceren (Waterschap Vallei Eem., 23 mei 2012). Het zuurstofgehalte, EG, temperatuur en zuurgraad zijn in het veld bepaald met behulp van een HACH HQ40D multimeter.

2.3 Vergelijking biologische waterkwaliteit & chemische waterkwaliteit

De resultaten van het determineren en inventariseren van macro-invertebraten zijn gebruikt om de waterkwaliteit van de verschillende poelen en beken te bepalen. De macrofauna kan worden verdeeld in indicatorgroepen die ieder voor een andere indicatorklasse staan. Een voorbeeld van zo'n indeling is te zien in tabel 2.2. De op basis van de aanwezige indicatorgroepen vastgestelde waterkwaliteit is vergeleken met de resultaten van de (fysisch-)chemische metingen. Aan de hand van deze gegevens en de abiotiek

van de locaties kunnen later eventuele verschillen in resultaten verklaard worden. Indien de resultaten niet overeenkwamen is geprobeerd om de reden hiervan te achterhalen.

Tabel 2.2. Bio-indicatoren (macrofauna) voor waterkwaliteit. Overgenomen (en aangepast) uit 'Gabriels, Goethals, de Pauw & Verhaegen, 2006'.

Toenemende mate van gevoeligheid

Toenemend aantal taxa

Tolerantieklasse	Totaal aantal taxa				
Indicatorgroepen	0 - 1	2 - 5	6 - 10	11 - 15	≥ 16
Groep 1.					
Steenvliegen (*Orde: Plecoptera*)		7	8	9	10
Haften (*Familie: Heptageniidae*)	5	6	7	8	9
Groep 2.					
Kokerjuffers (*Orde: Trichoptera*)		6	7	8	9
	5	5	6	8	9
Groep 3.					
Longslakken (*Familie: Ancylidae; Geslacht: Acroloxus*)		5	6	7	8
Overige haften (*Orde: Ephemeroptera, m.u.v. Heptageniidae*)	3	4	5	6	7
Groep 4.					
Zoetwaterwantsen (*Geslacht: Aphelocheirus*)	3	4	5	6	7
Libellen (*Orde: Odonata*)	3	4	5	6	7
Vlokkreeften (*Familie: Gammaridae*)	3	4	5	6	7
Weekdieren (*Stam: Mollusca, m.u.v. Ancylidae, Acroloxus,*	3	4	5	6	7
Sphaeriidae & Corbicula)	3	4	5	6	7
Groep 5.					
Zoetwaterpissebedden (*Familie: Asellidae*)	2	3	4	5	
Bloedzuigers (*Onderklasse: Hirudinea*)	2	3	4	5	
Tweekleppigen (*Familie: Sphaeriidae*)	2	3	4	5	
Halfvleugeligen (*Orde: Hemiptera, m.u.v. Aphelocheirus*)	2	3	4	5	
Groep 6.					
Slingerwormen (*Familie: Tubificidae/Naididae*)	1	2	3		
Dansmuggen (*Familie: Chironomidae, larven bekend als rode muggenlarven*)	1	2	3		
Groep 7.					
Zweefvliegen (*Familie: Syrphidae; Subfamilie: Eristalinae*)	0	1	1		

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zeer slechte kwaliteit			Slechte kwaliteit		Matige kwaliteit		Goede kwaliteit		Zeer goed kwaliteit	

De indicatorgroepen in tabel 2.2 zijn zo geordend dat groep één het meest gevoelig is voor vervuiling en groep zeven het minst gevoelig voor vervuiling. De waterkwaliteit wordt opgedeeld in waarden die oplopen van één tot tien (zeer slecht tot zeer goed). De aanwezigheid van steenvliegen, haften en kokerjuffers duiden op een matige tot zeer goede waterkwaliteit. Zij komen niet voor in water met een waarde van vijf of lager (matig tot zeer slecht). Taxonomische groepen die voorkomen in de indicatorgroepen vijf, zes en zeven nemen daarentegen wel genoegen met water van (zeer) slechte kwaliteit. Daarnaast blijkt een grote diversiteit aan taxonomische groepen indicatief te zijn voor een goede waterkwaliteit.

2.4 Data-verwerking

De resultaten zijn verwerkt in het spreadsheetprogramma Microsoft Excel 2010. Met behulp van dit programma zijn grafieken en tabellen opgesteld voor de gevonden resultaten. Ook zijn de resultaten gebruikt voor het opstellen van een determinatiekaart (zie bijlage IV). Deze determinatiekaart is net als de excursies (georganiseerd door organisatie 't Zwanenbroekje) gericht op macrofauna in het oeverwater. De resultaten van de abiotiek zijn in een aparte tabel weergegeven (zie bijlage III tabel 3.1).

2.5 Aanwezigheid van leverbot

In het natuurgebied graast het hele jaar rond een wisselend aantal Rode Geuzen en in de wintermaanden en de eerste lentemaanden een kudde schapen. Aangezien deze dieren vrij toegang hebben tot de verschillende poelen in het gebied wordt extra gelet op de aanwezigheid van leverbot (parasiet) en verschillende soorten zoetwaterslakken in de macrofaunamonsters. De leverbot is een platworm die via zoetwaterslakken, waaronder de leverbotslak (*Galba truncatula*) hun vrij levende larven verspreiden. Deze larven dringen via de huid het lichaam van hun gastheer binnen. Volwassen leverbotten houden zich op in de galgangen van de lever. Bij herkauwers veroorzaakt de leverbot de aandoening leverbotziekte (distomatose of fasciolose genoemd). Schapen zijn het gevoeligst voor deze ziekte, runderen zijn iets minder gevoelig. Afhankelijk van de gevoeligheid van het dier en de mate van besmetting vertonen geïnfecteerde dieren verschillende symptomen. Deze symptomen kunnen vaag zijn (bijv. vermagering), maar kunnen ook leiden tot sterfte (bloedingen bij schapen) (Spierenburg, oktober (2010)) (DKAVV, 11 mei (2012)). Of deze slakken daadwerkelijk parasieten bij zich dragen wordt niet onderzocht. Dit is in het kader van dit onderzoek niet haalbaar i.v.m. de hoeveelheid beschikbare tijd.

HOOFDSTUK 3: RESULTATEN

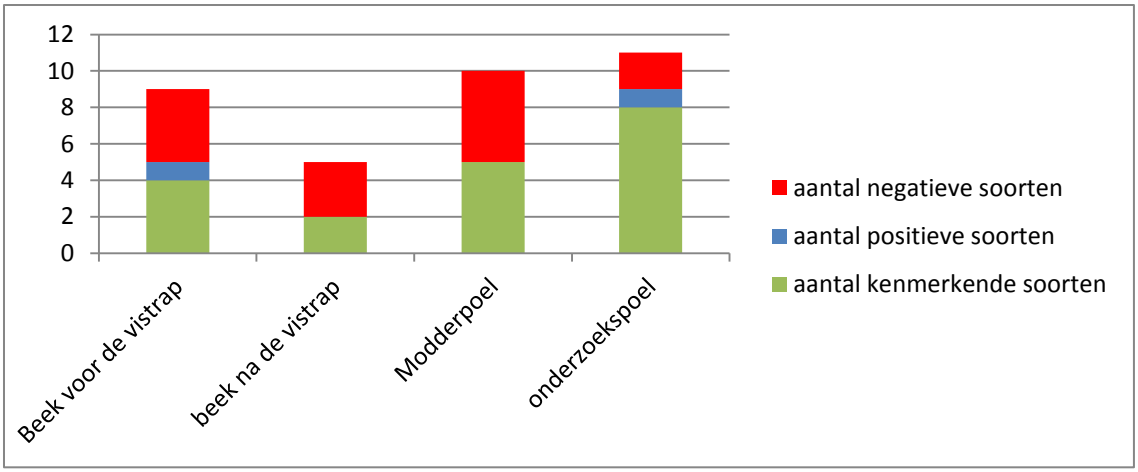
3.1 Biologische waterkwaliteit

Zoals eerder vermeld zijn drie verschillende waterlichamen in 't Zwanenbroekje bemonsterd. De tabellen 1.1 t/m 1.6 In bijlage II laten zien welke families en ordes binnen de macrofauna zijn aangetroffen in de 'modderpoel', 'onderzoekspoel' en beide bemonsteringsplekken in de beek. Daarnaast is te zien hoeveel individuen er per diergroep zijn aangetroffen.

Over het algemeen kan deze macrofauna worden opgedeeld in verschillende tolerantieklassen wat betreft watervervuiling (McCaffrey, S., Waterwatch Coordinator, 18 juni 2012). Daarom is de macrofauna een goede indicator voor de waterkwaliteit. Met behulp van Van der Molen & Pot (2007) is de biologische waterkwaliteit bepaald. In dit rapport zijn de wateren van Nederland opgedeeld in verschillende watertypen. Per watertype is beschreven welke soorten kenmerkende (K), positieve (P) of negatieve (N) indicatoren zijn. Een kenmerkende indicator is een diersoort dat typisch thuishoort in een bepaald watertype en duidt op een goede waterkwaliteit. Een positieve indicator duidt ook op een goede waterkwaliteit, omdat deze alleen voorkomt in water dat voor hem geschikt is. Een negatieve indicator kan duiden op een slechte waterkwaliteit. Ze duiden echter pas op een slechte waterkwaliteit als ze in grotere aantallen worden aangetroffen t.o.v. positieve en kenmerkende indicatoren.

Bepaald is dat de beek en modderpoel behoort tot het watertype R5 (langzaam stromende middenloop/benedenloop). De modderpoel staat namelijk in verbinding met een beekje die voor aan- en afvoer van water zorgt. De onderzoekspoel behoort tot het watertype M12 (kleine, ondiepe, zwak gebufferde plas) (Van der Molen & Pot (2007)).

In tabel 3.1 en figuur 3.1 zijn de gevonden macrofaunagroepen weergegeven die volgens Van der Molen & Pot (2007) aangewezen zijn als bio-indicatoren. De onderzoekspoel bevat de meeste kenmerkende indicatoren. Hij bevat echter ook twee negatieve indicatoren, welke in grote aantallen voorkomen. Dit zijn muggen van de familie Chaoboridae en haften van de familie Baetidae, zie tabel 3.1. De modderpoel bevat evenveel negatieve als kenmerkende indicatoren. Uit de tabel blijkt dat in de modderpoel grotere aantallen negatieve indicatoren voorkomen, zoals poelslakken van de familie Lymnaeidae en zoetwaterpissebedden van de familie Asellidae. De negatieve indicatoren omvat meerdere macrofaunagroepen, maar daar zijn geen grote aantallen van aangetroffen. Er zijn geen positieve indicatoren aangetroffen in de monsters van de modderpoel. De beek voor de vistrap bevat bijna evenveel negatieve indicatoren als positieve indicatoren, maar de negatieve soorten bevatten veel individuen. De beek na de vistrap bevat duidelijk meer negatieve dan positieve organismen, dit duid op een slechte waterkwaliteit. Verder is te zien dat de hoeveelheid kenmerkende en positieve indicatoren in de onderzoekspoel groter is dan in de beek en in de modderpoel. Daarnaast is het aantal negatieve soorten in de onderzoekspoel kleiner dan het aantal negatieve soorten in de beek en de modderpoel.



Figuur 3.1 De hoeveelheid verschillende soorten negatieve, positieve en kenmerkende taxon.

Tabel 3.1 Bio indicatoren gerangschikt op kenmerkend, positief en negatief met hoeveelheden. De lege velden bij Familie betekend dat het verder determineren niet mogelijk was.

Beek, voor vistrap R5		
Orde	**Familie**	**Aantal**
Coleoptera	Haliplidae	25
Trichoptera		1
Trichoptera	Hydroptilidae	1
Trichoptera	Limnephilidae	1
Amphipoda	Gammaridae	12
Pulmonata	Lymnaeidae	7
Ephemeroptera	Caenidae	16
Tricladida	Dugesiidae	6
Arhynchobdellida	Erpobdellidae	3

Beek, na vistrap R5		
Orde	**Familie**	**Aantal**
Coleoptera	Gyrinidae	**2**
Trichoptera		2
Amphipoda	Gammaridae	4
Pulmonata	Lymnaeidae	3
Pulmonata	Planorbidae	1
Hemiptera	Corixidae	79

Modderpoel R5		
Orde	**Familie**	**Aantal**
Ephemeroptera	Baetidae	2
Megaloptera	Sialidae	3
Plecoptera		1
Trichoptera		3
Trichoptera	Brachycentridae	5
Pulmonata	Lymnaeidae	11
Pulmonata	Planorbidae	2
Isopoda	Asellidae	11
Arhynchobdellida	Erpobdellidae	4
Arhynchobdellida	Erpobdellidae	1

Onderzoekspoel M12		
Orde	**Familie**	**Aantal**
Coleoptera	Dytiscidae	8
Coleoptera	Haliplidae	2
Hemiptera	Corixidae	2
Odonata	Coenagrionidae	11
Odonata	Coenagrionidae	1
Odonata	Coenagrionidae	9
Odonata	Corduliidae	1
Odonata	Libellulidae	21
Trombidiformes		7
Diptera	Chaoboridae	97
Ephemeroptera	Baetidae	48

Kenmerkende soorten	
Positieve soorten	
Negatieve soorten	

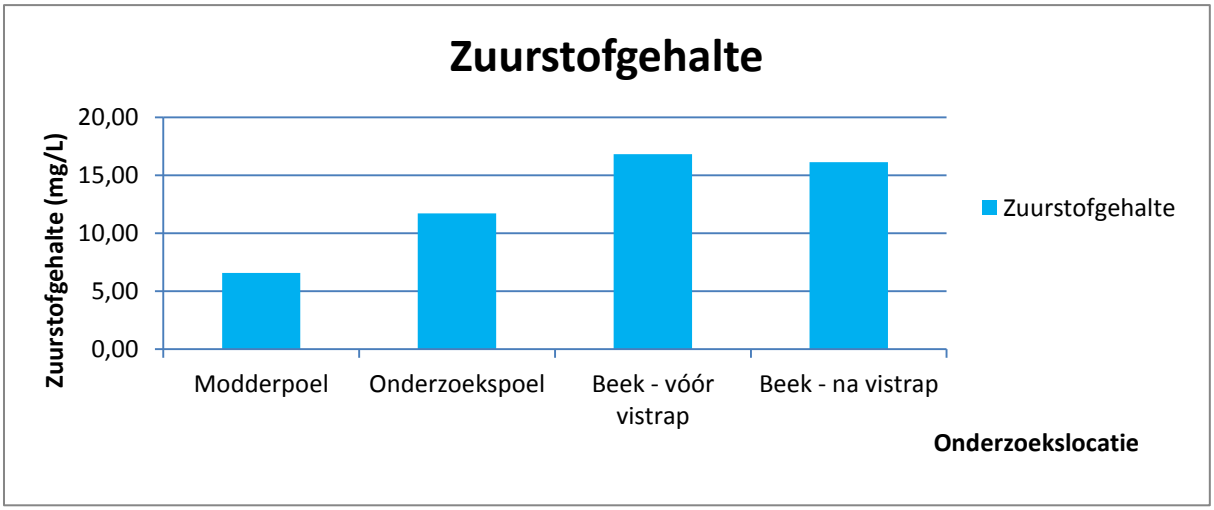
3.2 Bepalen van abiotische factoren & chemische waterkwaliteit

De abiotische factoren per bemonsteringsplek zijn beschreven in tabel 3.1 van bijlage III. Bij het beschrijven van de waterlichamen is gelet op de grootte .van het wateroppervlak, de stroomsnelheid van het water en de mate van begroeiing aan de oever. De chemische waterkwaliteit is bepaald met behulp van een multimeter en LANGE-testen. Alle wateranalyses zijn in duplo uitgevoerd. In tabel 3.2 zijn de resultaten van de LANGE-testen (in mg/L) weergegeven. Opvallend is dat de hoeveelheid ammonium in poel 1 (de modderpoel) relatief hoog is ten opzichte van poel 2 en de twee bemonsteringsplekken in de beek. Verder is te zien dat het nitrietgehalte het hoogst is in de beek, en dat poel 2 de laagste concentraties ammonium, nitriet, orthofosfaat en nitraat bevat t.o.v. de andere poel en beek. Nitraat is gemeten onder meetbereik. Weergegeven is dan ook dat het nitraatgehalte minder dan 1,328 mg/L is.

Tabel 3.2 Chemische waterkwaliteit bepaalt met LANGE-testen, in mg/L. Datum monstername: 31-05-'12

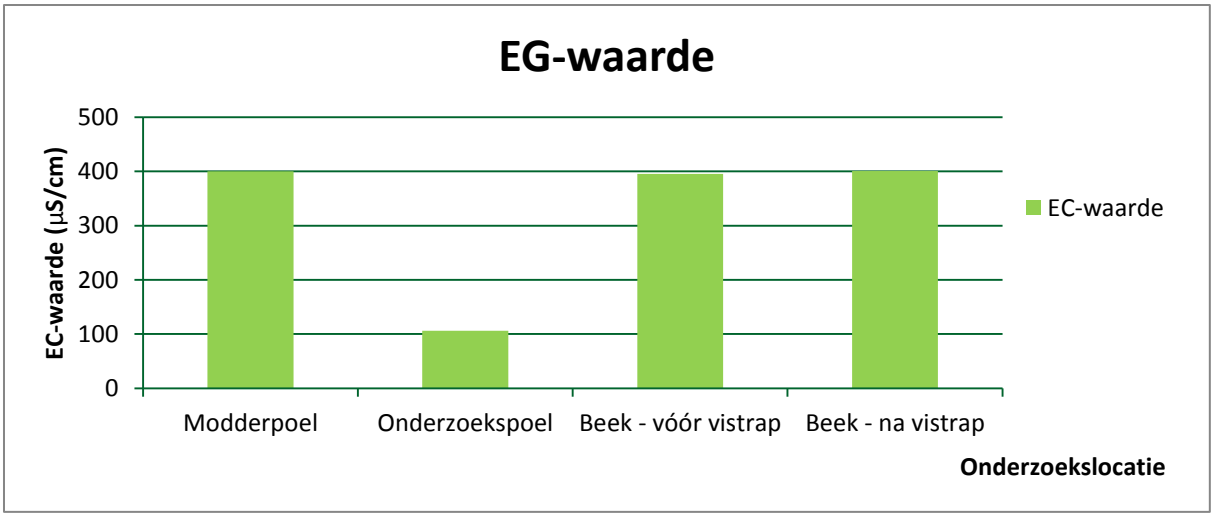
	Ammonium NH_4^+	Nitriet NO_2^-	Orthofosfaat $H_3PO_4^-$	Nitraat NO_3^-
Modderpoel (Poel 1)	0,518	0,092	0,350	< 1,328
Onderzoekspoel (Poel 2)	0,097	0,054	0,245	< 1,328
Beek – vóór vistrap	0,141	0,113	0,250	< 1,328
Beek – na vistrap	0,097	0,136	0,450	< 1,328

Zoals in hoofdstuk 2 is vermeld, is met behulp van de multimeter de temperatuur, het zuurstofgehalte, het elektrisch geleidingsvermogen (EG) en de pH gemeten. Hieronder staan drie grafieken die de verschillen tussen de verschillende bemonsteringsplekken weergeven. De bijbehorende tabellen bij deze grafieken zijn in Bijlage III opgenomen. Uit figuur 3.1 blijkt dat de beek een hoger zuurstofgehalte heeft dan de twee poelen en dat de twee bemonsteringspunten in de beek met elkaar overeenkomen. Dit geldt overigens ook voor de resultaten van de EG-meting en de pH-meting. Hierbij moet opgemerkt worden dat het zuurstofgehalte gedurende de dag en nacht sterk kan variëren. Zo is het zuurstofgehalte meestal lager aan het einde van de nacht ten opzichte van het einde van de dag. Dit komt o.a. door de invloed van zonlicht (Rijkswaterstaat (2012)). De gegevens in figuur 3.2 zijn verzameld rond het middaguur (ongeveer 12:00 uur).



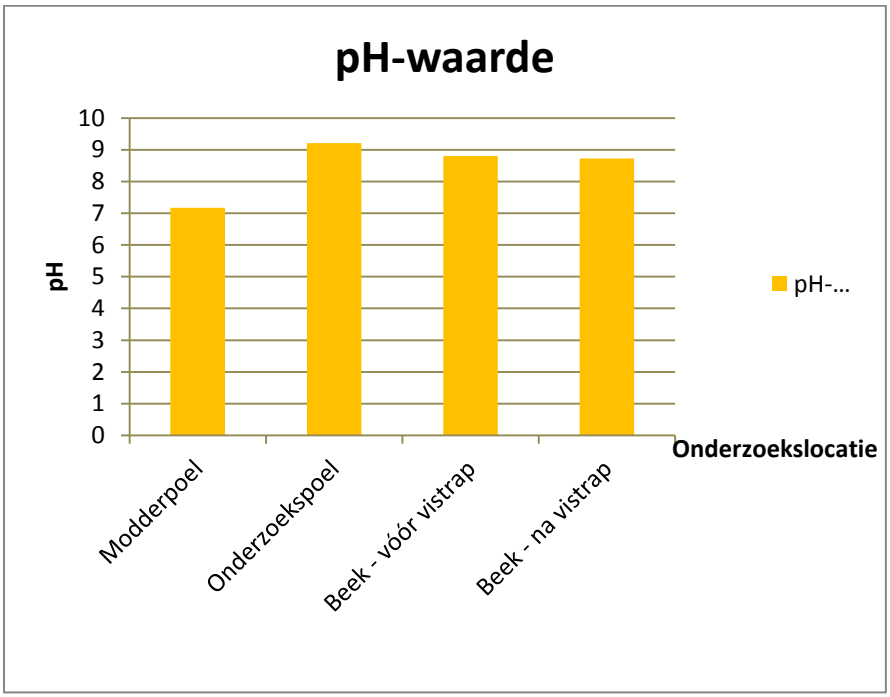
Figuur 3.2 zuurstofgehalte gemeten met de multimeter

In onderstaande figuur 3.3 is het elektrisch geleidingsvermogen weergegeven. De EG-waarde van de onderzoekspoel (110 microsiemens/cm) ligt ver onder de gemeten waarden (± 400 microsiemens/cm) van de modderpoel en beek.



Figuur 3.3 het elektrisch geleidingsvermogen gemeten met de multimeter

Uit figuur 3.4 blijkt dat de zuurgraad in de modderpoel het laagst is (7,2) t.o.v. de onderzoekspoel(9,2) en de beek (8,8).



Figuur 3.4 de zuurgraad gemeten met de multimeter

HOOFDSTUK 4: DISCUSSIE

4.1 Interpretatie resultaten

Waterkwaliteit beïnvloedt direct de aanwezigheid van bepaalde organismen, zo ook de macrofauna. In onderstaande tabel 4.1 is een overzicht te zien, waarin per bemonsteringsplek het aantal positieve, kenmerkende en negatieve indicatoren zijn weergeven. Daarnaast bevat het de gemiddelde waarden die verkregen zijn uit de analyses van de chemische waterkwaliteit. Tevens zijn de gemiddelde waarden in tabel 4.2 beoordeeld als goed, redelijke of slechte waterkwaliteit (Black, P.E. (1996)), (Schlesinger, W. H. (1997)).

Tabel 4.1 Vergelijkend overzicht van onderzoeksresultaten

	Modderpoel (1)	**Onderzoekspoel (2)**	**Beek – Vóór vistrap**	**Beek – Na vistrap**
Aantal negatieve indicatoren	5	2	4	3
Aantal positieve indicatoren	0	1	1	0
Aantal kenmerkende indicatoren	5	8	4	2
Zuurgraad (pH)	7,17	9,21	8,81	8,73
Zuurstofgehalte (O_2, mg/L)	6,58	11,72	16,83	16,14
Elektrisch geleidingsvermogen (EG, mS/cm)	400	106	396	401
Nitraatgehalte (NO_3^-, mg/L)	< 1,328	< 1,328	< 1,328	< 1,328
Nitrietgehalte (NO_2^-, mg/L)	0,092	0,054	0,113	0,136
Ammonium (NH_4^+, mg/L)	0,518	0,097	0,141	0,097
Orthofosfaat ($H_3PO_4^-$, mg/L)	0,350	0,245	0,250	0,450

Zoals hierboven vermeld, is de aangetroffen macrofauna onderverdeeld in negatieve, positieve en kenmerkende indicatoren. Hoe meer positieve en kenmerkende indicatoren worden aangetroffen, des te beter is de waterkwaliteit. Overigens is de hoeveelheid individuen per indicator (groep) bepalend voor de mate waarin de indicator wordt meegenomen in de beoordeling van de waterkwaliteit. Dit houdt in dat als er veel negatieve indicatoren worden aangetroffen, dit duidt op een slechtere waterkwaliteit. Toegepast op de vier verschillende bemonsteringsplekken en op basis van de aanwezige macrofauna blijkt de onderzoekspoel een goede waterkwaliteit te hebben. De resultaten van de modderpoel en het bemonsteringspunt in de beek voor de vistrap geven een redelijke waterkwaliteit aan. De resultaten van de beek na de vistrap duiden op een slechte waterkwaliteit.

De zuurgraad, het zuurstofgehalte en het nitraatgehalte bevinden zich allen tussen de grenzen van een goede waterkwaliteit. Het nitrietgehalte en het ammoniumgehalte wijzen wel op verschillen tussen de verschillende waterlichamen. Het nitrietgehalte van de onderzoekspoel duidt op een goede waterkwaliteit. De andere bemonsterplekken behoren tot wateren met een redelijke kwaliteit.

Tabel 4.2 kwaliteitsbepaling chemische indicatoren. (Environment Australia (2002)). (Silvia Crespo (2005)).

	Modderpoel (1)	**Onderzoekspoel (2)**	**Beek – Vóór vistrap**	**Beek – Na vistrap**
Zuurgraad (pH)	goed	goed	goed	goed
Zuurstofgehalte (O_2, mg/L)	goed	goed	goed	goed
Elektrisch geleidingsvermogen (EG, mS/cm)	zoetwater	zoetwater	zoetwater	zoetwater
Nitraatgehalte (NO_3^-, mg/L)	goed	goed	goed	goed
Nitrietgehalte (NO_2^-, mg/L)	redelijk	goed	redelijk	redelijk
Ammonium (NH_4^+, mg/L)	risico	geen risico	geen risico	geen risico
Orthofosfaat ($H_3PO_4^-$, mg/L)	redelijk	redelijk	redelijk	redelijk

4.2 Bespreking hypothese

Voorafgaand aan dit onderzoek werd verwacht dat de zuurstofconcentratie hoog was en dat de voedselrijkdom laag was in de beek. Eveneens werd verwacht dat de aangetroffen macrofauna in de beek bestond uit een groot aantal haften, steenvliegen en andere kensoorten van zuurstofrijk water. Daarnaast was de verwachting dat de beek een grotere biodiversiteit aan macrofauna bezat en de waterkwaliteit beter was dan dat van de poelen.

Deze verwachting is grotendeels onjuist, uit de resultaten is namelijk gebleken dat de beek inderdaad een hoge zuurstofgehalte bevat en de biodiversiteit in de beek groter is dan de poelen. Het grote aantal kenmerkende soorten voor zuurstofrijk water ontbrak gedeeltelijk en daarnaast is de beek niet minder voedselrijk dan de poelen (tabel 4.1). Ondanks deze hogere biodiversiteit duiden de gevonden organismen wel op een slechtere waterkwaliteit dan in de poelen. Een mogelijke verklaring voor het verschil tussen hypothese en resultaten is dat bij het opstellen van de hypothese gekeken is naar een specifiek deel van de beek waar monsters zijn genomen en niet gekeken is naar het geheel van de beek. Er is waargenomen dat het water bij de vistrap snel stroomt, in tegensteling tot de beek voor de vistrap, deze staat bijna stil, is ondiep en bevat weinig planten. De organismen die in de monsters zaten duidden niet op positieve waterkwaliteit.

4.3 Bespreking methode

Macrofauna bestaat uit ongewervelde organisme, deze organisme zijn in sommige perioden niet actief of niet aanwezig (uitgevlogen). Omdat de resultaten van dit onderzoek in een korte periode zijn verzameld(een maand) en de gemiddelde temperatuur niet hoog was kan het zijn dat niet de complete macrofauna gemeten is en hierdoor een vertekend beeld is ontstaan van de situatie in de poelen en beken. Daarnaast zijn per bemonsterplek op twee verschillende momenten in de maand monsters genomen, en is dit niet representatief omdat dit geen objectief beeld geeft.

In dit onderzoek is de keuze gemaakt om twee poelen en twee plekken in de beek te bemonsteren. Doordat de beek een vistrap bevat en de keuze gemaakt is om voor en na deze vistrap te bemonsteren is het vergelijken van de resultaten bemoeilijkt. Oplossing hiervoor is om deze twee plekken als aparte waterlichamen te zien en dus niet als één geheel.

Tijdens het determineren is er bij de aangetroffen slakken gelet op eventuele afwijkingen die leverbot kunnen aantonen. Zulke afwijkingen zijn niet aangetroffen, er kan dus vanuit worden gegaan dat de wateren geen leverbot bevatten.

Tijdens het nemen van de monsters is gebruikt gemaakt van schepnetten die ons verschaft waren door de HAS Den Bosch. Sommige schepnetten waren niet fijnmazig genoeg waardoor de kleinste macrofauna door de mazen kon vallen. Andere waren juist te fijnmazig waardoor het water niet wegliep. De monsters moesten dan gezeefd worden maar de zeven waren weer te open mazig waardoor de kleine macrofauna weer door de mazen heen viel. Ondanks dit probleem is er toch veel kleinere macrofauna aangetroffen dus waarschijnlijk is het effect hiervan op dit onderzoek minimaal. Toch is het mogelijk dat enkele soorten hierdoor niet gedetermineerd zijn

HOOFDSTUK 5: CONCLUSIE

5.1 (Fysisch-)chemische waterkwaliteit

De chemische waterkwaliteit beïnvloedt de aanwezigheid van bepaalde soorten macrofauna. Uit de resultaten is gebleken dat de beek (voor en na de vistrap) een slechte (fysisch-)chemische waterkwaliteit heeft. De (fysisch-)chemische waterkwaliteit van de modderpoel is redelijk en van de onderzoekspoel is deze kwaliteit goed. Er is een groot verschil in EG-waarde tussen de onderzoekspoel en de overige wateren. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de onderzoekspoel gevoed wordt door kwel en regenwater, terwijl de andere poel gevoed wordt met water afkomstig van de beek en regenwater.

5.2 Abiotische factoren

De drie verschillende waterlichamen die in dit onderzoek bemonsterd zijn verschillen onderling sterk in abiotiek. Zo is in de beek stroming aanwezig en in de poelen niet of nauwelijks. Daarnaast worden de waterlichamen op verschillende manieren van water voorzien. Door de modderpoel stroomt een beek die de poel voorziet van water. De onderzoekspoel daarentegen wordt alleen gevoed door kwel en regenwater. De mate van begroeiing aan de oevers van de drie waterlichamen verschillen van elkaar, zie bijlage III.

5.3 Macrofauna

De macrofauna in de beek, zowel voor als na de vistrap, wijst op een slechte waterkwaliteit. Dit is bepaald met behulp van Van der Molen & Pot (2007). De waterkwaliteit van de onderzoekspoel is goed en de kwaliteit van de modderpoel is redelijk. Vervolgens is met behulp van tabel 2.2 '*Bio-indicatoren (macrofauna) voor waterkwaliteit*' een getal verbonden aan de waterkwaliteit van de desbetreffende poel of beek. Deze getallen zijn verdeeld over een schaal van 1 tot 10, waarbij 10 de beste kwaliteit is en 1 de slechtste. Hierbij krijgt de onderzoekspoel een 7.0, de modderpoel een 5.5, de beek voor de vistrap een 4.5 en de beek na de vistrap een 4.0.

De hypothese was dat de beek een betere waterkwaliteit zou hebben dan de poelen, omdat het water constant in beweging is. Uit de resultaten is gebleken dat de hypothese verworpen kan worden. De beek bevat wel een hoge biodiversiteit, maar de macrofauna (negatieve indicatoren) toont echter aan dat de verwachte waterkwaliteit slechter is dan de poelen. Daarnaast komen de resultaten van de chemische waterkwaliteit niet helemaal overeen met de biologische waterkwaliteit die vastgesteld is met behulp van de aangetroffen macrofauna. De macrofauna duidt echter wel aan dat de waterkwaliteit van de poelen en beek verschillen van elkaar.

5.4 Aanbevelingen

Aan te raden is om bij vervolgonderzoek meerdere monsters te nemen en verspreid over een langere periode. Zo kan er een completer beeld gevormd worden van de aanwezige macrofauna in de onderzochte waterlichamen. Ook wordt er aangeraden om meerdere punten van de beek te bemonsteren.

LITERATUUR

1. Black, P.E. (1996). *Watershed Hydrology, Second Edition.* Ann Arbor Press, Chelsea, MI.

2. Cuppen, J. & Scheffer, M. (2005). *Vijver, sloot en plas*. Baarn: Thirion Natuur.

3. DKAVV. *Leverbot*. [internetsite]. < http://www.dkavv.nl/Landbouwhuisdieren/Kleine-herkauwers/Parasieten/Leverbot>. Geraadpleegd op: 11 mei 2012.

4. Environment Australia (2002). *Physical and chemical parameters*. Australian Government.

5. Esselin, H. & Kleef, H. van (2004). *Analyse van de effecten van herstelmaatregelen op watermacrofauna in zwakgebufferde oppervlaktewateren*. Expertisecentrum LNV, Ede.

6. Gabriels, W., Goethals, P., Pauw, N. de, Verhaegen, G. (2006). *Ontwikkeling en interkalibratie van de ecologische indicatoren voor de KRW in Vlaanderen: Studiedag "een goede waterkwaliteit voor onze oppervlaktewaters: zorgen voor morgen?".*

7. Greenhalgh, M. & Ovenden, D. (2007, vert. uit het Engels, cop. 2010). *Zoetwaterleven van Noordwest-Europa*. Baarn: Tirion Natuur.

8. Higler, B. (2006). *Waterbeestjes in beeld*. Utrecht: KNNV Uitgeverij.

9. McCaffrey, S., Waterwatch Coordinator, Namoi Catchment Management Authority. *Water quality parameters & indicators*. [pdf]. <http://www.namoi.cma.nsw.gov.au/factsheet_water_quality _parameters.pdf>. Geraadpleegd op: 18 juni 2012.

10. Mondelinge bron: Ben Polman [interview]. Datum: 27 februari 2012.

11. Rijkswaterstaat (2012). *Monitoring van het zuurstofgehalte in rivierwater*. [internetsite]. <http://www.rijkswaterstaat.nl/water/natuur_en_milieu/waterkwaliteit/aqualarm/meetsystemen/chemisch_fysisch/zuurstof/>. Geraadpleegd op 15 juni 2012.

12. Schlesinger, W. H. (1997). *Biogeochemistry: An analysis of global change, Second Edition*. Academic Press, San Diego, CA.

13. Spierenburg, A. *Bij vage klachten ook denken aan leverbot*. [pdf]. Vakblad Veehouder en Dierenarts, Oktober 2010. < http://edepot.wur.nl/151790>.

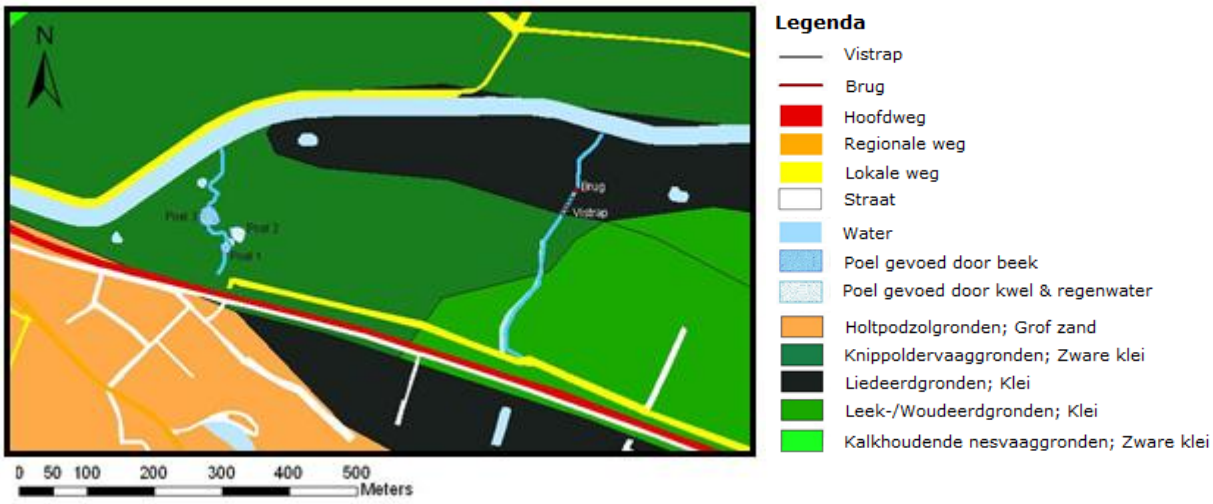
14. Van der Molen & Pot (2007). STOWA, RWS, NLMW (2007). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water*. [pdf].

15. Verdonschot, P.F.M. (1990). *Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel. Het netwerk van cenotypen als instrument voor ecologisch beheer, inrichting en beoordeling van oppervlaktewateren.* Provincie Overijssel, Zwolle. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

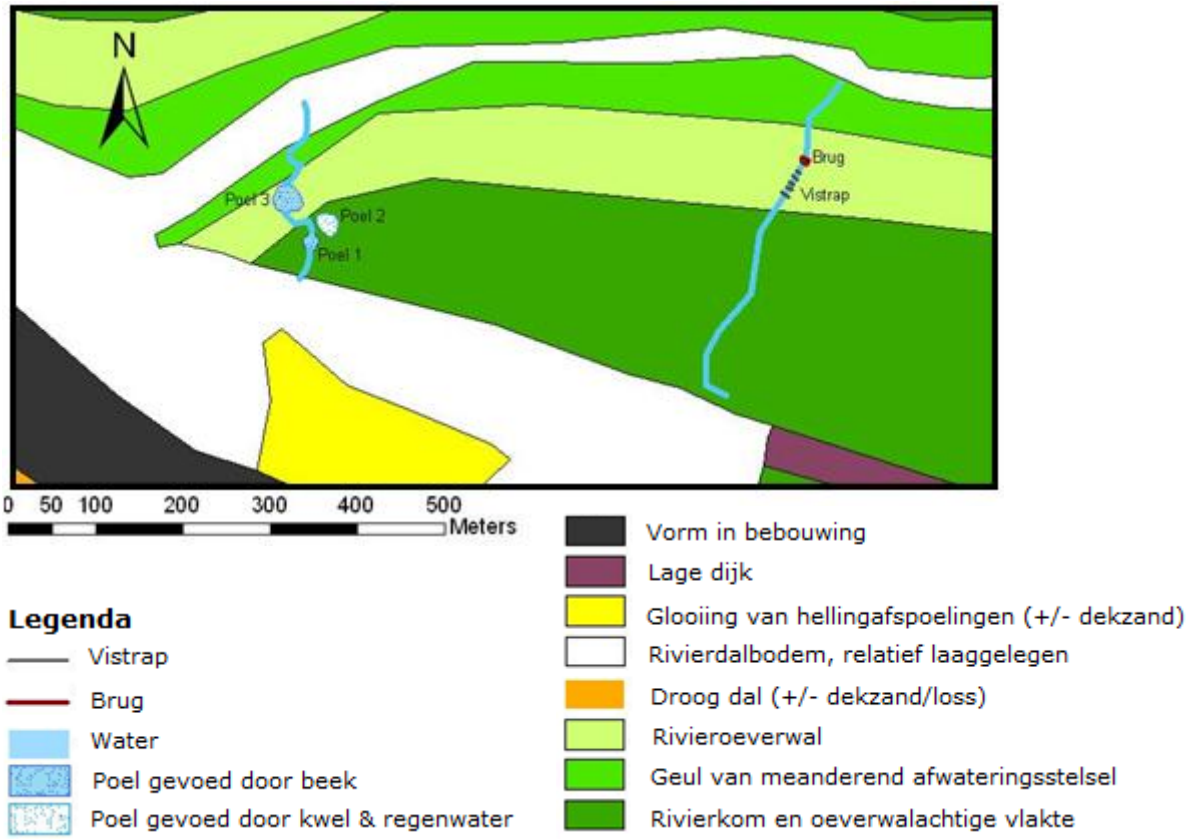
16. Waterschap Vallei Eem. [internetsite]. < http://www.wve.nl/actueel/dossiers/actuele _dossiers/blauwalgen>. Geraadpleegd op: 23 mei 2012.

17. 't Zwanenbroekje. '*Zwanenbroekje*'. [internetsite]. <http://www.zwanenbroekje.nl/ >. Geraadpleegd op: 11 mei 2012.

BIJLAGE I – Tabellen & Grafieken



Figuur 1.1Bodemkaart van 't Zwanenbroekje.



Figuur 1.2. Geomorfologische kaart 't Zwanenbroekje.

BIJLAGE II– Macrofaunamonsters

Tabel 1.1. De modderpoel (monster 1), vangst datum 08-05, datum determinatie 09-05-'12

Stam: Mollusca				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Moerasslakken	Gastropoda	*Architaenioglossa*	Viviparidae	1
Pluimdragers	Gastropoda	*Heterostropha*	Valvatidae	2
	Gastropoda	*Neotaenioglossa*	Hydrobiidae	1
Poelslakken	Gastropoda	*Pulmonata*	Lymnaeidae	1
Schijfhorens	Gastropoda	*Pulmonata*	Planorbidae	1

Stam: Arthropoda				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Watermijten	Arachnida	Trombidiformes		1
Watervlooien	Branchiopoda	Cladocera		1
Kieuwpootkreeftjes	Branchiopoda	Diplostraca	Limnadiidae	2
Grijsblauwe springstaart	Collembola	Poduromorpha	Poduridae	1
Knutten (larve)	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	1
Dansmuggen (larve)	Insecta	Diptera	Chironomidae	1
Muggenlarve	Insecta	Diptera		1
Duikerwantsen	Insecta	Hemiptera	Corixidae	1
Slijkvliegen (larve)	Insecta	Megaloptera	Sialidae	3
Waterjuffers (larve)	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	1
Korenbouten (larve)	Insecta	Odonata	Libellulidae	1
Kokerjuffers (larve)	Insecta	Trichoptera	Brachycentridae	5
Waterpissebedden	Malacostraca	Isopoda	Asellidae	5
Eenoogkreeftjes	Maxillopoda	Calanoida	Diaptomidae	3
Eenoogkreeftjes	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	2

Stam: Annelida				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Bloedzuigers	Clitellata	Arhynchobdellida	Erpobdellidae	1

Stam: Nematoda				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Onbekend				12

Stam: Chordata				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Driedoornige stekelbaars	Actinopterygii	Gasterosteiformes	Gasterosteidae	1

Tabel 1.2 De modderpoel (monster 2), vangst datum: 15-05, determinatie datum: 18-05-'12

Stam: Mollusca				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Moerasslakken	Gastropoda	*Architaenioglossa*	Viviparidae	3
Pluimdragers	Gastropoda	*Heterostropha*	Valvatidae	2
Poelslakken	Gastropoda	*Pulmonata*	Lymnaeidae	10
Blaasslakken	Gastropoda	*Pulmonata*	Physidae	3
Schijfhorens	Gastropoda	*Pulmonata*	Planorbidae	1

Stam: Arthropoda				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Watermijten	Arachnida	Trombidiformes		2
Watervlooien	Branchiopoda	Cladocera		8
Grijsblauwe springstaart	Collembola	Poduromorpha	Poduridae	15
Waterroofkevers (larve)	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	4
Geelgerande waterroofkever	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	1
Waterkevers (larve)	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	1
Spookmuggen (larve + pop)	Insecta	Diptera	Chaoboridae	9
Dansmuggen (larve)	Insecta	Diptera	Chironomidae	8
Meniscusmuggen (larve)	Insecta	Diptera	Dixidae	1
Wapenvliegen (larve)	Insecta	Diptera	Stratiomyidae	1
Muggenlarve	Insecta	Diptera		1
Haften (larve)	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	2
Glazenmakers (larve)	Insecta	Odonata	Aeshnidae	1
Lantaarntje (imago)	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	1
Steenvliegen (larve)	Insecta	Plecoptera		1
Kokerjuffers (larve)	Insecta	Trichoptera		3
Waterpissebedden	Malacostraca	Isopoda	Asellidae	6
Eenoogkreeftjes	Maxillopoda	Calanoida	Diaptomidae	8
Eenoogkreeftjes	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	14
Mosselkreeftjes	Ostracoda	Podocopida		25

Stam: Annelida				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Bloedzuigers	Clitellata	Arhynchobdellida	Erpobdellidae	3
Achtogige bloedegel	Clitellata	Arhynchobdellida	Erpobdellidae	1
	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	6
Bloedzuigers	Clitellata	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	2

Stam: Nematoda				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Onbekend				21

Stam: Platyhelminthes				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Platwormen	Turbellaria	Tricladida		2
Platwormen	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	1

Stam: Chordata				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Driedoornige stekelbaars	Actinopterygii	Gasterosteiformes	Gasterosteidae	16

Tabel 1.3. De onderzoekspoel (monster 1), vangst datum: 08-05, datum determinatie: 10-05-'12

Stam: Mollusca				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
				1
Poelslakken	Gastropoda	*Pulmonata*	Lymnaeidae	16
Schijfhorens	Gastropoda	*Pulmonata*	Planorbidae	16

Stam: Arthropoda				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Watermijten	Arachnida	Trombidiformes		4
Watervlooien	Branchiopoda	Cladocera		7
Waterroofkevers (larve)	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	4
Watertreders	Insecta	Coleoptera	Haliplidae	2
Knutten (larve)	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	3
Spookmuggen (larve/pop)	Insecta	Diptera	Chaoboridae	84
	Insecta	Diptera	Thaumaleidae	1
Haften (larve)	Insecta	Ephemeroptera		3
Haften (larve)	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	47
Haften (larve)	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	2
Duikerwantsen (larve)	Insecta	Hemiptera	Corixidae	2
Bootsmannetjes	Insecta	Hemiptera	Notonectidae	1
Bootsmannetjes	Insecta	Hemiptera	Notonectidae	16
Dwergbootsmannetjes	Insecta	Hemiptera	Pleidae	12
Waterjuffers (larve)	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	11
Waterjuffers (larve)	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	1
Glanslibellen (larve)	Insecta	Odonata	Corduliidae	1
Korenbouten (larve)	Insecta	Odonata	Libellulidae	20
Steenvliegen (larve)	Insecta	Plecoptera	Perlidae	3
Roeipootkreeftjes	Maxillopoda			1
Eenoogkreeftjes	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	2

Stam: Nemertea				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
				1

Stam: Nematoda				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
				11

Stam: Chordata				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Driedoornige stekelbaars	Actinopterygii	Gasterosteiformes	Gasterosteidae	16

Tabel 1.4. De Onderzoekspoel (monster 2), vangst datum: 15-05, determinatie datum: 23-05-'12

Stam: Mollusca				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Poelslakken	Gastropoda	*Pulmonata*	Lymnaeidae	10
Schijfhorens	Gastropoda	*Pulmonata*	Planorbidae	21

Stam: Arthropoda				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Watermijten	Arachnida	Trombidiformes		3
	Insecta	Coleoptera		1
Waterroofkevers (larve)	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	4
	Insecta	Coleoptera	Elmidae	1
Muggenlarve	Insecta	Diptera		6
Knutten (larve)	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	22
Spookmuggen (larve)	Insecta	Diptera	Chaoboridae	13
Steltmug (larve)	Insecta	Diptera	Limoniidae	2
Haften (larve)	Insecta	Ephemeroptera		5
Haften (larve)	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	1
Haften (larve)	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	1
Bootsmannetjes	Insecta	Hemiptera		9
Waterjuffers (larve)	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	9
Korenbouten (larve)	Insecta	Odonata	Libellulidae	1
Steenvliegen (larve)	Insecta	Plecoptera		2

Stam: Annelida				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Bloedzuigers	Clitellata	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	1

Tabel 1.5. Beek voor de vistrap, vangst datum: 29-05, determinatie datum: 31- 05 - '12

Stam: Mollusca				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Poelslakken	Gastropoda	*Pulmonata*	Lymnaeidae	7

Stam: Arthropoda				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Watermijten	Arachnida	Trombidiformes		30
Watermijten	Arachnida	Trombidiformes	Hydrachnidae	12
Watermijten	Arachnida		Limnesidae	1
Grijsblauwe springstaart	Collembola	Poduromorpha	Poduridae	100+
Kevers (larve)	Insecta	Coleoptera		4
Gegroefde waterkever	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	1
Waterroofkevers (larve)	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	1
Grote spinnende watertor (larve)	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	2
Waterroofkevers	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	5
Watertreders (larve)	Insecta	Coleoptera	Haliplidae	25
(Water)kevers (imago's)	Insecta	Coleoptera	Helophoridae	4
Waterkevers (volwassen)	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	11
Waterkevers (larve)	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	5
(Water)kevers	Insecta	Coleoptera	Noteridae	5
Muggenlarve	Insecta	Diptera		1
Dansmuggen (larve)	Insecta	Diptera	Chironomidae	123
Steekmuggen (larve)	Insecta	Diptera	Culicidae	8
Meniscusmuggen (larve)	Insecta	Diptera	Dixidae	3
Bronmuggen	Insecta	Diptera	Thaumaleidae	2
Haften (larve)	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	16
Haften (larve)	Insecta	Ephemeroptera	Ephemeridae	1
Duikerwantsen (ook larven)	Insecta	Hemiptera	Corixidae	7
Schaatsenrijders	Insecta	Hemiptera	Gerridae	3
Bootsmannetjes	Insecta	Hemiptera	Notonectidae	5
Dwergbootsmannetjes	Insecta	Hemiptera	Pleidae	2
Slijkvliegen (larve)	Insecta	Megaloptera	Sialidae	1
Waterjuffers (larve)	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	1
Kokerjuffers (larve)	Insecta	Trichoptera		1
Kokerjuffers (larve)	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	1
Kokerjuffers (larve)	Insecta	Trichoptera	Limnephilidae	1
Vlokreeften	Malacostraca	Amphipoda		4
Vlokreeften	Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae	12
Waterpissebedden	Malacostraca	Isopoda	Asellidae	68
Eenoogkreeftjes	Maxillopoda	Calanoida	Diaptomidae	100+
Eenoogkreeftjes	Maxillipoda	Cyclopoida	Cyclopidae	100+
Eenoogkreeftjes	Maxillopoda	Harpacticoida	Canthocamptidae	100+
Mosselkreeftjes	Ostracoda	Podocopida		100+

Stam: Platyhelminthes				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Platwormen	Turbellaria	Tricladida	Dugesiidae	6

Stam: Annelida				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Achtogige bloedegel	Clitellata	Arhynchobdellida	Erpobdellidae	3
	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	1

Stam: Nematoda				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Onbekend				5

Stam: Chordata				
Nederlandse naam	**Klasse**	**Orde**	**Familie**	**Aantal**
Driedoornige stekelbaars	Actinopterygii	Gasterosteiformes	Gasterosteidae	40
Tiendoornige stekelbaars	Actinopterygii	Gasterosteiformes	Gasterosteidae	7

Tabel 1.6. Beek na de vistrap, vangst datum:29-05-‘12, determinatie datum: 05-06-‘12

Stam: Mollusca				
Nederlandse naam	Klasse	Orde	Familie	Aantal
Poelslakken	Gastropoda	*Pulmonata*	Lymnaeidae	3
posthoornslak	Gastropoda	*Pulmonata*	Planorbidae	1
Blaasslak	Gastropoda	Stylommatophora	Physidae	1

Stam: Arthropoda				
Nederlandse naam	Klasse	Orde	Familie	Aantal
poelpiraatje	Arachnida	Araneae	Lycosidae	1
Grijsblauwe springstaart	Collembola	Poduromorpha	Poduridae	100+
Duikkever	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	1
Watertreders (volwassen)	Insecta	Coleoptera	Haliplidae	1
kleine waterroofkever	Insecta	Coleoptera	Hydroporinae	4
schijvertjes	Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	2
dansmuggen(larve)	Insecta	Diptera	Chironomidae	1
	Insecta	Diptera	Chironomidae	2
Steekmuggen (larve)	Insecta	Diptera	Culicidae	1
Kluizenaarsmug	Insecta	Diptera	Thaumaleidae	1
Duikerwantsen	Insecta	Hemiptera	Corixidae	79
Duikerwantsen	Insecta	Hemiptera	Corixidae	15
Duikerwantsen	Insecta	Hemiptera	Corixidae	4
Dwergbootsmannetjes	Insecta	Hemiptera	Pleidae	5
Rups	Insecta	Lepidoptera		1
Slijkvliegen (larve)	Insecta	Megaloptera		1
Waterjuffers (larve)	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	1
Waterjuffers (larve)	Insecta	Odonata	aerhindae	1
Kokerjuffers (larve)	Insecta	Trichoptera		2
Vlokreeften	Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae	4
Eenoogkreeftjes	Maxillipoda	Cyclopoida	Cyclopidae	1

Stam: Chordata				
Nederlandse naam	Klasse	Orde	Familie	Aantal
Driedoornige stekelbaars	Actinopterygii	Gasterosteiformes	Gasterosteidae	55
Tiendoornige stekelbaars	Actinopterygii	Gasterosteiformes	Gasterosteidae	4

BIJLAGE III – Watermonsters

Tabel 3.1 Abiotische factoren

	wateroppervlak in m2	mate van begroeiing oever in %	stroomsnelheid
Modderpoel	120	90	bijna stilstand
Onderzoekspoel	110	55	stilstaand
Beek	1600	35	matige stroming

A. Metingen modderpoel

Tabel 3.2 pH waarden

	Meting 1	Meting 2	Gemiddelde
pH-waarde	7,16	7,18	7,17
Temperatuur (°C)	12,8	12,4	12,6
mV-waarde	-31,6	-32,8	-32,2

Tabel 3.3 EC-waarde

	Meting 1	Meting 2	Gemiddelde
EC-waarde (µS/cm)	386	414	400
Temperatuur (°C)	13,4	13,3	13,4
Opmerking	*	*	* NaCl/non-linear

Tabel 3.4 Zuurstofgehalte

	Meting 1	Meting 2	Gemiddelde
O2-gehalte (mg/L)	6,64	6,51	6,58
Temperatuur (°C)	13,9	13,9	13,9
Percentage	64,7	63,4	64,1
Atmosferische druk (hPa)	1008	1008	1008

B. Metingen onderzoekspoel

Tabel 3.5 pH waarden

	Meting 1	Meting 2	Gemiddelde
pH-waarde	9,19	9,22	9,21
Temperatuur (°C)	15,5	15,3	15,4
mV-waarde	-148,2	-149,7	-149,0

Tabel 3.6 ECwaarde

	Meting 1	Meting 2	Gemiddelde
EC-waarde (µS/cm)	102	110	106
Temperatuur (°C)	15,1	15,2	15,2
Opmerking	*	*	* NaCl/non-linear

Tabel 3.7 Zuurstofgehalte

	Meting 1	Meting 2	Gemiddelde
O2-gehalte (mg/L)	11,76	11,68	11,72
Temperatuur (°C)	15,1	15,0	15,1
Percentage	117,4	116,5	117,0
Atmosferische druk (hPa)	1009	1008	1009

C. Metingen beek vóór vistrap

Tabel 3.8 pH waarden

	Meting 1	Meting 2	Gemiddelde
pH-waarde	8,83	8,78	8,81
Temperatuur (°C)	12,9	12,8	12,9
mV-waarde	-126,9	-123,8	-125,4

Tabel 3.9 EC waarden

	Meting 1	Meting 2	Gemiddelde
EC-waarde (µS/cm)	395	396	396
Temperatuur (°C)	13,1	13,2	13,2
Opmerking	*	*	* NaCl/non-linear

Tabel 3.10 Zuurstofgehalte

	Meting 1	Meting 2	Gemiddelde
O2-gehalte (mg/L)	16,40	17,26	16,83
Temperatuur (°C)	13,2	12,8	13,0
Percentage	156,9	163,6	160,3
Atmosferische druk (hPa)	1010	1010	1010

D. Metingen beek na vistrap

Tabel 3.11 pH waarden

	Meting 1	Meting 2	Gemiddelde
pH-waarde	8,74	8,71	8,73
Temperatuur (°C)	13,4	12,8	13,1
mV-waarde	-121,6	-119,6	-120,6

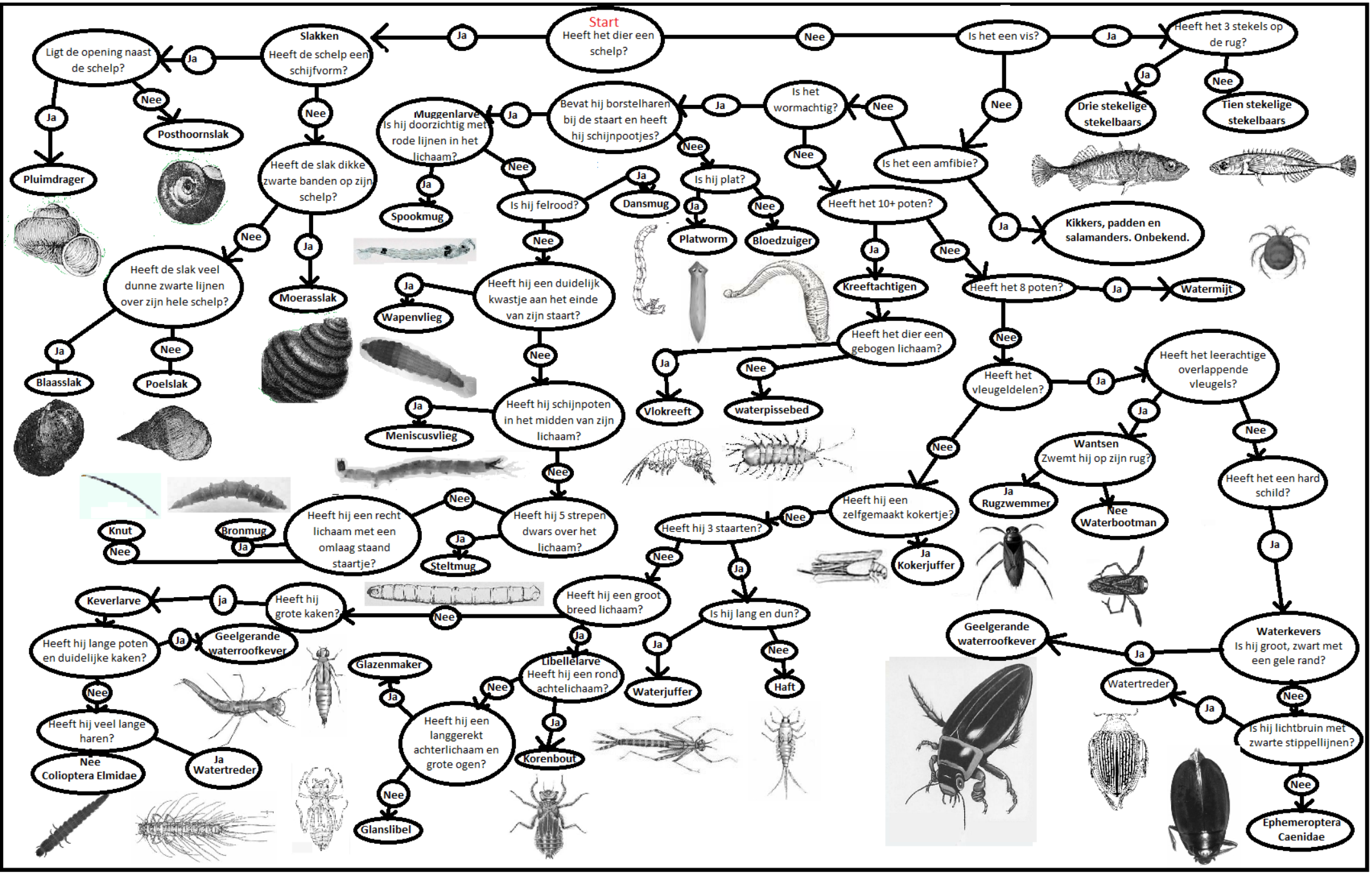
Tabel 3.12 EC waarden

	Meting 1	Meting 2	Gemiddelde
EC-waarde (µS/cm)	400	401	401
Temperatuur (°C)	13,2	13,4	13,3
Opmerking	*	*	* NaCl/non-linear

Tabel 3.13 Zuurstofgehalte

	Meting 1	Meting 2	Gemiddelde
O2-gehalte (mg/L)	16,27	16,00	16,14
Temperatuur (°C)	12,7	13,0	12,9
Percentage	153,9	152,4	153,2
Atmosferische druk (hPa)	1009	1009	1009

BIJLAGE IV – Determinatieschema


Start
Heeft het dier een schelp?
Ja
Slakken
Heeft de schelp een schijfvorm?
Ja
Ligt de opening naast de schelp?
Ja
Pluimdrager
Nee
Posthoornslak
Nee
Heeft de slak dikke zwarte banden op zijn schelp?
Nee
Heeft de slak veel dunne zwarte lijnen over zijn hele schelp?
Ja
Blaasslak
Nee
Poelslak
Ja
Moerasslak
Nee
Is het een vis?
Ja
Heeft het 3 stekels op de rug?
Ja
Drie stekelige stekelbaars
Nee
Tien stekelige stekelbaars
Nee
Is het wormachtig?
Ja
Bevat hij borstelharen bij de staart en heeft hij schijnpootjes?
Ja
Muggenlarve
Is hij doorzichtig met rode lijnen in het lichaam?
Ja
Spookmug
Nee
Is hij felrood?
Ja
Dansmug
Nee
Heeft hij een duidelijk kwastje aan het einde van zijn staart?
Ja
Wapenvlieg
Nee
Heeft hij schijnpoten in het midden van zijn lichaam?
Ja
Meniscusvlieg
Nee
Heeft hij 5 strepen dwars over het lichaam?
Ja
Steltmug
Nee
Heeft hij een recht lichaam met een omlaag staand staartje?
Ja
Bronmug
Nee
Knut
Nee
Is hij plat?
Ja
Platworm
Nee
Bloedzuiger
Nee
Is het een amfibie?
Ja
Kikkers, padden en salamanders. Onbekend.
Nee
Heeft het 10+ poten?
Ja
Kreeftachtigen
Nee
Heeft het 8 poten?
Ja
Watermijt
Nee
Heeft het dier een gebogen lichaam?
Ja
Vlokreeft
Nee
waterpissebed
Nee
Heeft het vleugeldelen?
Ja
Heeft het leerachtige overlappende vleugels?
Ja
Wantsen
Zwemt hij op zijn rug?
Ja
Rugzwemmer
Nee
Waterbootman
Nee
Heeft het een hard schild?
Ja
Waterkevers
Is hij groot, zwart met een gele rand?
Ja
Geelgerande waterroofkever
Nee
Is hij lichtbruin met zwarte stippellijnen?
Ja
Watertreder
Nee
Ephemeroptera Caenidae
Nee
Heeft hij een zelfgemaakt kokertje?
Ja
Kokerjuffer
Nee
Heeft hij 3 staarten?
Ja
Is hij lang en dun?
Ja
Waterjuffer
Nee
Haft
Nee
Heeft hij een groot breed lichaam?
Ja
Libellelarve
Heeft hij een rond achtelichaam?
Ja
Korenbout
Nee
Heeft hij een langgerekt achterlichaam en grote ogen?
Ja
Glazenmaker
Nee
Glanslibel
Nee
Heeft hij grote kaken?
ja
Keverlarve
Heeft hij lange poten en duidelijke kaken?
Ja
Geelgerande waterroofkever
Nee
Heeft hij veel lange haren?
Ja
Watertreder
Nee
Colioptera Elmidae