Hogeschool Van Hall – Larenstein

Waterschap Rijn en IJssel

Mogelijkheden voor een zoetwatermossel kweek in effluent van een RWZI

Afstudeeropdracht

Evelien Vervoort
27-8-2013

Afstudeerrapportage

Hogeschool VHL University of Applied Sciences

Waterschap Rijn en IJssel
WATERBEHEER: VEILIG EN OP MAAT

Dit is een afstudeerrapportage van Hogeschool Van Hall – Larenstein welke is uitgevoerd in opdracht van Waterschap Rijn en IJssel.

Hogeschool Van Hall – Larenstein
Larensteinselaan 26a
6882 CT Velp (GLD.)

VHL Begeleider
Dhr. H. van den Dool
Afdeling land en watermanagement
Docent milieukunde

Waterschap Rijn en IJssel
Liemersweg 2
7006 GG Doetinchem

Externe Begeleidster
Mevr. A. Kramer
Afdeling kennis & advies
Specialist planvorming

Externe deskundige
Dhr. Kuipers

Titel rapport:	Mogelijkheden voor een zoetwatermossel kweek in effluent van een RWZI
Soort document:	Afstudeerrapportage
Versie:	1
Status:	Definitief
Opgesteld door:	Evelien Vervoort Afdeling K&A e.vervoort@wrij.nl
Trefwoorden:	zoetwatermossel kweek effluent

Voorwoord

Voor u ligt mijn afstudeerrapport waarmee ik de opleiding land en watermanagement afsluit op Hogeschool Van Hall – Larenstein. In deze rapportage wordt het onderzoek, naar mogelijkheden voor een zoetwatermossel kweek in effluent, beschreven. Wanneer partijen, op basis van onder andere dit rapport, besluiten de kweek op te zetten in effluent, kan dit positief bijdragen aan zowel de waterkwaliteit van effluent als de blauwalgproblematiek.

Het was lastig om een afstudeerplek te vinden, toen deze kans zich voordeed greep ik het met beide handen aan. De opdracht sprak mij erg aan door de diversiteit, aangezien het handelt over waterkwaliteit, RWZI's, duurzaamheid, blauwalg en ook een stukje netwerken. Door deze diversiteit heb ik veel geleerd. Zo heb ik me niet alleen verdiept in de zoetwatermossel zelf, maar ook in effluent metingen en mogelijkheden voor de restproducten, met de daarbij horende wet- en regelgeving.

Het heeft heel wat voeten in de aarde gehad om tot dit punt te komen waardoor ik graag dit moment gebruik om mensen te bedanken. Ten eerste wil ik graag Mevr. Kramer bedanken voor haar goede begeleiding. Ze maakte me wegwijs binnen de organisatie, maakte veel tijd vrij voor begeleiding en hielp me altijd bij vragen, zelfs tijdens haar vakantie. Ook Dhr. van den Dool wil ik graag bedanken voor zijn begeleiding en advisering tijdens de afstudeerperiode.

Binnen het Waterschap hebben veel mensen mij met raad en daad bijgestaan, dank hiervoor. In het bijzonder wil ik graag Dhr. de Vos en zijn duikpartner Dhr. de Bruin bedanken voor het opduiken van de mosselen. Zonder hen waren de tests niet mogelijk geweest. Ook wil ik graag Dhr. Petri bedanken die altijd, vol enthousiasme over het onderwerp, met raad en daad klaar stond.

Daarnaast wil ook mijn directe omgeving bedanken die ervoor zorgde dat de boel draaiende bleef tijdens deze drukke periode.

Evelien Vervoort
Augustus 2013

Samenvatting

Waterschap Rijn en IJssel heeft de laatste jaren steeds vaker te kampen met blauwalgproblematiek in stads- en zwemwater. In het verleden heeft er veel onderzoek plaatsgevonden naar driehoeksmosselen (*Dreisssena polymorpha)* welke ingezet kunnen worden ten bate van de waterkwaliteit. De laatste jaren is hierbij ook onderzoek gedaan naar de toepasbaarheid van zoetwatermosselen, in het bijzonder driehoeksmosselen, bij blauwalgproblematiek. Een marktpartij heeft veel expertise verworven met betrekking tot de kweek van de zoetwatermosselen. Maar het kweken van de mosselen, wat nu nog in natuurlijk water gebeurt, kan verder geoptimaliseerd worden om de opbrengst te vergroten. Waterschap Rijn en IJssel wil de zoetwatermosselen gaan kweken in effluent van een RWZI. Hier is voldoende ruimte en voedingsstoffen aanwezig voor de mosselen. Bijkomend voordeel is dat de mosselen tevens kunnen bijdragen aan de waterkwaliteit van effluent.

In dit rapport is het onderzoek naar de mogelijkheden voor een zoetwatermosselkweek uitgewerkt. Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van zoetwatermosselen van het geslacht *Dreissena*. Hiertoe behoren driehoeksmosselen (D*reissena polymorpha)* en quaggamosselen (*Dreissena rostriformis*). Er is geïnventariseerd waar het habitat van de mosselen aan moet voldoen. Hieruit bleek dat effluent van een RWZI geschikt is voor de mosselen. Wel is het zuurstofgehalte een kritische parameter.

De tests hebben plaatsgevonden op RWZI Etten, Nieuwgraaf en Winterswijk. Het zuurstofgehalte in Etten en Winterswijk is niet voldoende waardoor hier een aparte testopstelling noodzakelijk was. Op RWZI Etten hebben de mosselen de tests overleefd. Ze zijn niet in (organisch) gewicht afgenomen. De mosselen hebben de tests in Nieuwgraaf en Winterswijk helaas niet overleefd, maar dit is te wijten aan de defecten in de testopstelling. Hierdoor kwam zuurstof en voeding, ten behoeve van de mosselen, in het geding. Er zijn geen aanwijzingen dat de waterkwaliteit van effluent ontoereikend is voor de mosselen.

Voor een zelfonderhoudende kweek is het belangrijk dat de mosselen een toepassing hebben en een afzetmarkt kennen. Uit de mosselen kunnen calcium, dierlijke eiwitten en vetzuren gewonnen worden als grondstof. Het gaat echter om dierlijke (rest)producten waardoor de afzet van de mosselen en grondstoffen bemoeilijkt wordt door wet- en regelgeving. Daarnaast kunnen de mosselen verontreinigingen opnemen uit het effluent, doormiddel van bioaccumulatie, wat tevens de afzetmarkt bemoeilijk. Een afzetmarkt is nu nog niet noodzakelijk aangezien de kweek, op kleine schaal, voldoende toepassing kent voor de blauwalgproblematiek. Wel is monitoring belangrijk, om te voorkomen dat stads- en zwemwater gecontamineerd raakt door de mosselen.

Dit onderzoek laat blijken dat mosselen gekweekt kunnen worden in effluent. De volgende stap is een pilot om te onderzoeken wat de kosten en baten zijn, of de mosselen zich voortplanten en om te monitoren naar verontreinigingen, welke worden opgenomen door de mosselen. De pilot kan plaatsvinden op RWZI Nieuwgraaf. Hierbij wordt gebruikt gemaakt van *Dreissena* mosselen welke op kratten zijn geënt. Deze kratten kunnen worden geplaatst in een slibcontainer of in een leegstaande tank. Hierbij dient rekening te worden gehouden met verspreiding van de mosselen, omdat de mosselen exoten zijn die zich kunnen vestigen op ongewenst plaatsen.

Inhoud

Voorwoord V
Samenvatting VII
Verklarende woordenlijst 2
1. Inleiding 4
1.1. Aanleiding 4
1.2. Probleemanalyse 4
1.3. Probleemstelling 5
1.4. Doel van het project 5
1.5. Werkwijze 5
1.6. Leeswijzer 6
1.7. Doelgroep 6
1.8. Afbakening 6
2. De zoetwatermossel 8
2.1. Geschikte zoetwatermossel 8
2.2. De *Dreissena* 9
2.2.1. Levenscyclus 9
2.2.2. Natuurlijke habitat 10
2.2.3. Randvoorwaarden levensvatbaarheid 10
2.3. Conclusie 11
3. De rioolwaterzuiveringinstallaties 12
3.1. Huidige situatie 12
3.2. Geschikte RWZI's voor de tests 12
3.2.1. Stabiliteit 13
3.2.2. Voedingstoffen voor *Dreissena* 14
3.2.3. Bemensing 15
3.2.4. Reistijd 15
3.2.5. Effluent bereikbaarheid 15
3.2.6. De geselecteerde RWZI's 15
3.3. Extra metingen geselecteerde RWZI's 16
3.4. Conclusie 16

4. De testopzet en analysemethoden 18
4.1. Testopzet 18
4.1.1. Mosselen verzamelen 18
4.1.2. Locaties en testopzet 18
4.1.3. Monitoring 20
4.1.4. Gebruikte materialen 21
4.1.5. Blootstellingstijd 21
4.2. Methode van analyseren 21
4.2.1. Laboratorium analyses 23
4.2.2. Uitwerking analyses 23
4.2.3. Gebruikte materialen 24
5. Testresultaten 26
5.1. Tijdlijn 26
5.2. Waterconditie tijdens de tests 26
5.3. Conditie mosselen na blootstelling 28
5.3.1. Rhederlaag 29
5.3.2. Etten 30
5.3.3. Nieuwgraaf 30
5.3.4. Winterswijk 31
5.4. Conclusie 31
6. De afzetmarkt 32
6.1. Toepasbaarheid 32
6.2. Afzetmarkt 33
6.2.1. “Konijn met bier” 33
6.2.2. Afzetmarkt restproducten consumentenmosselen 33
6.2.3. EU-Verordening 34
6.2.4. Afzetmarkt ten behoeve van blauwalg preventie en bestrijding 34
6.3. Opgenomen stoffen door mosselen 34
6.4. Conclusie 35
7. Pilot richtlijnen 36
7.1. Pilot opzet 36
7.2. RWZI Nieuwgraaf 37
7.3. Conclusie 38

8. Conclusie en aanbevelingen 40
8.1. Conclusie 40
8.2. Aanbevelingen 40
8.2.1. Verspreiding 40
8.2.2. Contaminatie 40
8.2.3. Wet- en regelgeving 40
8.2.4. Biologisch filter 40
8.2.5. Mosselen plaatsen 41
8.2.6. Monitoring 41
Bronvermelding 42
Bijlagen 1
1 Verspreiding driehoeksmossel 3
2 Overzichtskaart RWZI's in beheer van WRIJ 5
3 Luchtfoto's RWZI testlocaties 7
4 Specificaties vijverpomp 9
5 Testresultaten 11
6 Bestandsdelen mosselen (*Mytilus edulis*) 13
7A Overzicht stoffen in effluent, KRW-stoffen en opname door *Dreissena* 17
7B Stoffen opname door *Dreissena* 19

Verklarende woordenlijst

Byssusdraden	Draden die mosselen vormen om zich vast te hechten aan substraat
Effluent	Water wat de RWZI verlaat
Eutrofiëring	Toename van voedselrijkdom
Filterfeeder	Een organisme die zich voedt door middel van filtratie van water
Gameten	Voortplantingscellen, geslachtscel
I.E.	Inwonersequivalent, vuillast die gemiddeld door één persoon wordt geproduceerd
Influent	Water wat op de RWZI binnen komt
Periostracum	Buitenste laag van de mosselschelp welke bescherming biedt aan de schelp zelf
Pseudofeaces	Mossel scheidt dit uit wanneer er onverteerbare delen zijn opgenomen
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
Seston	Voeding van de mossel, bestaande uit gesuspendeerd materiaal en plankton
Substraat	Oppervlak waar de mossel zich op vestigt
Velum	Een zwemflap voorzien van trilharen
VHL	Hogeschool Van Hall - Larenstein
WRIJ	Waterschap Rijn en IJssel

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Een van de kerntaken van Waterschap Rijn en IJssel is om de waterkwaliteit op peil te houden en te verbeteren. Steeds vaker dreigt blauwalgproblematiek in stadswater en zwemwater. De oorzaak hiervan is eutrofiëring van het water en klimaatverandering.

In het verleden is veel onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om zoetwatermosselen, voornamelijk *Dreissena polymorpha*, in te zetten ter preventie en bestrijding van blauwalg, vanwege de zuiverende kwaliteiten van deze mosselen (van Os et al., 2012). Of de zoetwatermosselen daadwerkelijk kunnen bijdragen aan bestrijding van blauwalgproblematiek in stadwater wordt momenteel onderzocht door *Bureau Waardenburg bv*. Het kweken van de mosselen, wat nu nog in natuurlijk water gebeurt, kan verder geoptimaliseerd worden om de opbrengst te vergroten.

Waterschap Rijn en IJssel heeft in effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) voldoende mogelijkheden, wat betreft ruimte en voedingsstoffen, om de mosselen te kunnen kweken. Bijkomend voordeel is dat de mosselen tevens kunnen bijdragen aan de waterkwaliteit van effluent. Daarbij heeft Waterschap Rijn en IJssel hiermee de mogelijkheid om waarde toe te voegen aan effluent.

1.2. Probleemanalyse

Zoals is aangegeven in de voorgaande paragraaf is veel onderzoek uitgevoerd naar de toepasbaarheid van zoetwatermosselen in natuurlijk (stads)water met betrekking op blauwalg preventie en bestrijding. Om blauwalg te bestrijden met mosselen is veel biomassa nodig, die vooral gekweekt moet worden. De kweek hiervan staat echter nog in de kinderschoenen. Inmiddels heeft *Bureau Waardenburg bv.* veel expertise verworven in het kweken van de zoetwatermosselen in natuurlijk water. Er is echter geen ervaring met het kweken van de mosselen in effluent van een RWZI.

Hierdoor is het onbekend of de waterkwaliteit en overige condities van een kunstmatige kweeklocatie, zoals effluent, het toelaten om mosselen hierin te kweken. Daarbij is het onbekend of de mosselen verontreinigingen opnemen uit het effluent, waardoor het water waarin de mosselen vervolgens worden geplaatst, in verband met blauwalg, ook verontreinigd zal raken. Om de kweek tot een succes te maken is het ook belangrijk om een toepassing te bedenken voor het restmateriaal, dat van de kweek over is of wat vanuit het stadswater, na gebruik, weer beschikbaar komt. Als het restmateriaal als afval verwerkt moet worden dan worden de kosten erg hoog.

Dus voordat dat zoetwatermosselen gekweekt kunnen worden in effluent is het noodzakelijk om te onderzoeken of de mosselen in leven blijven in het effluent en welke RWZI condities hiervoor noodzakelijk zijn. Daarnaast moet onderzocht worden, of de gekweekte mosselen mogelijk verontreinigd raken in effluent en of er voor het restproduct nog een verwerking mogelijk is.

1.3. Probleemstelling

Na aanleiding van de hierboven beschreven problematiek is de volgende hoofdvraag geformuleerd:

- Is het mogelijk om een zelfonderhoudende zoetwatermossel kweek op te zetten in effluent van een RWZI?

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

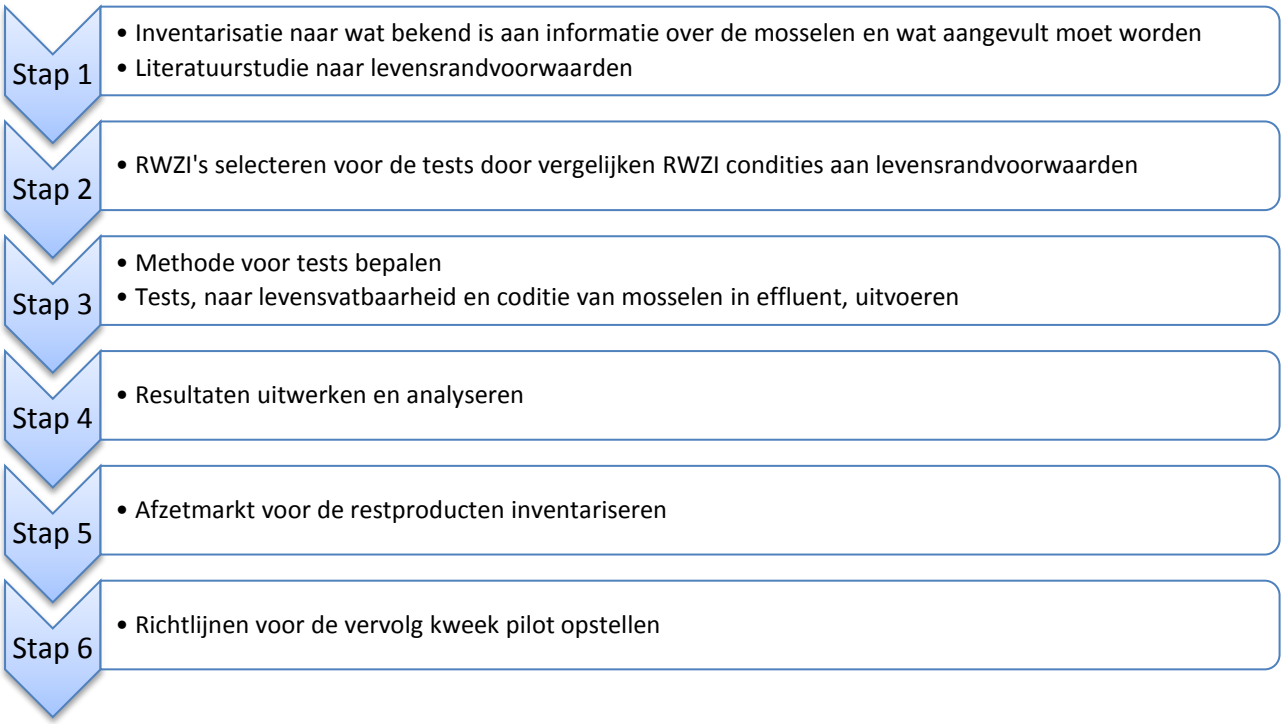
1. Welke zoetwatermossel is het meest geschikt om te kweken?
2. Wat zijn de levensrandvoorwaarden van deze zoetwatermossel?
3. Welke rioolwaterzuiveringsinstallaties komen in aanmerking voor de tests?
4. Neemt de zoetwatermossel verontreinigingen op uit het effluent?
5. Welke grondstoffen kunnen mogelijk gewonnen worden uit de restproducten?
6. Is er een afzetmarkt beschikbaar, voor de gewonnen grondstoffen uit de restproducten?
7. Wat zijn de uitgangspunten voor een volgende opschaling van de kweekpilot?

1.4. Doel van het project

Het project dient als voorstudie voor de daadwerkelijke kweek pilot. Het doel van het project is om een eerste inschatting te krijgen in de haalbaarheid en aanpak van een zelfonderhoudende zoetwatermossel kweek in effluent van een RWZI.

1.5. Werkwijze

Om het doel van het project te realiseren bestaat het project uit de volgende stappen welke zijn weergegeven in figuur 1.1. De volledige beschrijving van de werkwijze is terug te vinden in het projectplan.



Figuur 1.1 Overzicht van de werkwijze in stappen

Eerst werd doormiddel van een inventarisatie bepaald welke zoetwatermossel geschikt is voor de kweek in effluent om vervolgens toe te passen ter bestrijding van blauwalg en eutrofiëring. De inventarisatie beantwoord ook wat al bekend is over de zoetwatermossel en welke aanvullende informatie nog noodzakelijk is, ten behoeve van het beantwoorden van de deelvragen. Tijdens de literatuurstudie is duidelijk geworden welke mosselen gebruikt worden tijdens de tests en kweek en welke randvoorwaarden, voor het habitat, hierbij horen. Toen bekend was wat de mosselen nodig hebben, zijn beschikbare RWZI/effluent gegevens afgezet tegen deze randvoorwaarden om de meest geschikte RWZI's te selecteren voor de tests. Voor deze tests is eerst de methode en testopzet bepaald. Vervolgens is een testopstelling gebouwd en de test ingezet. Na de tests zijn de mosselen geprepareerd en voor analyses naar het lab gestuurd. Hierna is de afzetmarkt voor restproducten geïnventariseerd. Op basis van de vergaarde informatie zijn richtlijnen opgesteld voor de pilot.

1.6. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt beschreven welke mossel het meest geschikt is voor de kweek en welke levensrandvoorwaarden voor deze mosselen van toepassing zijn. In hoofdstuk 3 worden de beoordelingscriteria van een geschikte RWZI afgezet tegen de beschikbare meetwaarden van het effluent en ontwikkelingen op de RWZI. In hoofdstuk 4 is de testopzet en uitgevoerde analyses beschreven waarvan in hoofdstuk 5 de resultaten gepresenteerd staan. In hoofdstuk 6 wordt beschreven hoe het restproduct van de mosselkweek verwerkt kan worden en in hoofdstuk 7 zijn alle resultaten vertaald naar richtlijnen voor een vervolg pilot. In hoofdstuk 8 staan de conclusies en aanbevelingen van dit onderzoek.

1.7. Doelgroep

Dit rapport is voor alle medewerkers van Waterschap Rijn en IJssel toegankelijk. Daarnaast is het rapport beschikbaar via de bibliotheek van *Wageningen UR* en de mediatheek van hogeschool Van Hall – Larenstein. Dit rapport is opvraagbaar voor iedereen die interesse heeft in dit onderwerp.

1.8. Afbakening

Er zal niet worden ingegaan op de mogelijkheid om mosselen in te zetten als biologisch filter en de verandering van waterkwaliteit in de RWZI dan wel van effluent als gevolg van de geplaatste mosselen. Ook wordt niet ingegaan op de effectiviteit van de mosselfilter, ter bestrijding van blauwalg problematiek, in oppervlaktewater.

2. De zoetwatermossel

In dit hoofdstuk wordt beantwoordt welke zoetwatermossel het meest geschikt is om te kweken en wat de randvoorwaarden voor levensvatbaarheid zijn. Dit beantwoord deelvraag 1 en 2. Aan de hand van deze levensrandvoorwaarden kan bepaald worden welke RWZI's in aanmerking komen voor de tests en kweek, wat vervolgens is uitgewerkt in hoofdstuk 3.

2.1. Geschikte zoetwatermossel

In Nederland komen verschillende soorten zoetwatermosselen voor. Voor de tests wordt gebruik gemaakt van de familie *Dreissenidae.* Deze is gekozen omdat de *Dreissena* het meest geschikt is om blauwalg te bestrijden (Waaijen, 2013). De voordelen van de *Dreissena* zijn:

- De groei op substraat waardoor de gekweekte mosselen makkelijk te oogsten en te verplaatsen zijn.
- De hoge dichtheden waarin de mossels voorkomen waardoor de mosselfilter, met een hoge filtercapaciteit, een beperkte ruimte nodig heeft. (pers. comm. Dr. W. Lengkeek).
- Er is veel informatie beschikbaar over de zuiverende werking van deze mossel.
- De mosselen zijn tolerant voor verontreinigingen en omgevingsfactoren (de Jonge et al. 2012).

De familie *Dreissenidae* kent in totaal 2 geslachten die in Nederland voorkomen. Het *Dreissena* geslacht en het *Mytilopsis* geslacht. De laatste is echter een brakwater mossel en komt dus niet in aanmerking voor de tests. Tabel 2.1 laat zien dat de driehoeksmossel (*D. Polymorpha*) en de quaggamossel (*D. Rostriformis*) van hetzelfde geslacht zijn, het is echter een andere soort (Koese, B. et al., nederlandsesoorten.nl).

	Driehoeksmossel *Dreissena polymorpha*	Quaggamossel *Dreissena rostriformis bugensis*
Domein	Eukarya	
Rijk	Animalia (dieren)	
Divisie	Mollusca (weekdieren)	
Klasse	Bivalvia (tweekleppige)	
Orde	Veneroidea	
Familie	Dreissenidae	
Geslacht	Dreissena Van Beneden, 1835	
Soort	Dreissena polymorpha (Pallas, 1771)	Dreissena rostriformis
Subsoort		Dreissena rostriformis bugensis (Andrusov, 1897)

Tabel 2.1 Overzicht Dreissena geslacht (Bron: Nederlandsesoorten.nl)

Beide soorten zijn zoetwatermosselen en filterfeeders. In figuur 2.1 zijn de beide soorten weegegeven. Bij de Vaate (2008) heeft in een literatuurstudie de verschillen op een rij gezet. Tabel 2.2 geeft deze verschillen aan.

In het gehele rapport zal worden gesproken over *Dreissena* waarmee zowel de driehoeksmossel (*D. polymorpha*) als de quaggamossel (*D. rostriformis*) wordt bedoeld. Wanneer er specifiek een bepaalde soort wordt bedoeld, zal dit worden aangegeven door te spreken over driehoeksmossel of quaggamossel.

Boven: quaggamosselen
Onder: driehoeksmosselen

(Bron: Bij de Vaate, 2008)

Figuur 2.1 Driehoeksmosselen en quaggamosselen

	Driehoeksmossel *Dreissena polymorpha*	Quaggamossel *Dreissena rostriformis bugensis*
Quotiënt van schelpdiameter en schelphoogte (diameter:hoogte)	Rond de 1	Kleiner dan 1
Droog vleesgewicht	2,8 %	3,5 %
Maximale schelplengte	26 mm	32 mm
Dominantie	Ondergeschikt	Dominant
Gameten productie	Eieren meer, sperma gelijk	Eieren minder, sperma gelijk
Temperatuur larven productie	12 °C	9-10 °C
Filtratie range	Groter	Kleiner
Filtratie snelheid	Gelijk < 20 cm/s optimaal > 20 cm/s afname	Gelijk < 20 cm/s optimaal > 20 cm/s afname
Voedselvoorziening en verwerking	Meer energie	Minder energie
Groei en reproductie	Minder energie	Meer energie
Range voedingscondities	Klein	Groot
Anorganisch gesuspendeerd materiaal als voedsel	Weinig	Veel
Lage voedselconcentraties	Slecht	Beter
Thermische residentie	36,97 °C ± 0,63	36,42 °C ± 0,68
Osmotische waarden	Aanpassing mogelijk	Aanpassing mogelijk
Calcium	> 8 mg/L	> 12 mg/L

Tabel 2.2 Verschillen driehoeksmossel en quaggamossel (Bron: Bij de Vaate, 2008)

2.2. De *Dreissena*

In de volgende paragrafen worden de eigenschappen van de *Dreissena* omschreven.

2.2.1. Levenscyclus

Wanneer de temperatuur hoger is dan 6 °C beginnen de mosselen met groeien. In het voorjaar vindt de voortplanting plaats. Een mossel is vanaf 2 jaar geslachtsrijp (Koese et al., nederlandsesoorten.nl). Vanaf 6-12 °C laten de mosselen hun gameten los, de eicellen kunnen oplopen tot een aantal van 1 miljoen. Er vindt een externe bevruchting plaats (Bij de Vaate, 2008).

De levenscyclus van de *Dreissena* kent 3 stadia, een planktonische fase, een vestigingsstadium en een gevestigd stadium (Koese et al., nederlandsesoorten.nl).

Tijdens de planktonische fase leven de larven van bacteriën en algen. De larven doorlopen een aantal stadia gedurende 2 tot 4 weken (Birnbaum, 2011). Tijdens deze fasen beweegt en verspreid de larve zich doormiddel van een velum, een zwemflap voorzien van trilharen (Koese et al., nederlandsesoorten.nl).

Na ongeveer 5 weken ontwikkelt de schelp een voet, genaamd het pediveliger-stadium. Met deze voet kan de schelp het substraat inspecteren. Wanneer het substraat goed is verdwijnt het velum en hecht de schelp zich vast met byssusdraden. De mossel bevindt zich nu in het gevestigde stadium. Wanneer er gevaar dreigt kan de mossel zich verplaatsen met de voet. De *Dreissena* wordt maximaal 4 jaar oud (Koese et al., nederlandsesoorten.nl).

De *Dreissena* heeft een buitenste schelplaag welke de schelp zelf, die uit calcium bestaat, beschermt tegen invloeden van buitenaf, zoals zuren. De buitenste beschermlaag heet het periostracum. Deze laag bestaat uit de organische stof conchioline welke lijkt op het pantser van insecten. Wanneer de mosselen overlijden droogt deze laag uit en schilfert af (Faber, 1969). Het afschilferen van het periostracum kan dus een voorteken zijn van overlijden.

2.2.2. Natuurlijke habitat

De *Dreissena* is een exoot. De soort komt oorspronkelijk uit oost Europa, de Balkan. Ze zijn via ballastwater van schepen, op de Donau, meegekomen. De driehoeksmossel is al sinds 1823 in Nederlandse wateren te vinden terwijl de quaggamossel pas sinds 2006 wordt waargenomen. Beide komen op dezelfde plekken voor, maar er zijn alleen van de driehoeksmossel specifieke data beschikbaar omdat de quaggamossel nog niet lang gevestigd is. Uit persoonlijke communicatie met Dr. W. Lengkeek bleek tevens dat de quaggamossel momenteel overheersend is.

In bijlage 1 is een kaart opgenomen van de verspreiding van de driehoeksmossel in Nederland. In het beheersgebied van Waterschap Rijn en IJssel komt de driehoeksmossel vooral voor in het noorden en oosten van het beheersgebied. Vooral in de grotere watergangen, beken en rivieren (zie tabel 2.3).

Watergang	Locatie waarneming
Berkel	Lochem, Eefde, Almen
Bielheimerbeek	Gaanderen
Bolksbeek	Gelselaar
Bovenslinge	Kotten
Stadswater	Doesburg, Duiven, Velp, Rheden , Zutphen
Dortherbeek	Epse
Sluis	Giesbeek
Keizersbeek	Aalten
Noordijkerkanaal	Markelo
Oude IJssel	Laag-Keppel, Hoog-Keppel, Doesburg, Doetinchem
Schipbeek	Holten, Bathmen, Deventer
Vierakkerse Laak	Zutphen
Ooierhoekse Laak	Zutphen
Zwalm	Giesbeek

Tabel 2.3 Specifieke weergave voorkomen driehoeksmossel in beheersgebied WRIJ

2.2.3. Randvoorwaarden levensvatbaarheid

Om zeker te zijn dat de *Dreissena* optimaal groeit, is het van belang dat de mosselen met de juiste condities worden gekweekt. In tabel 2.4 is een overzicht opgenomen waarin is weergegeven wat de randvoorwaarden zijn voor het habitat van de mosselen. De tabel is vooral gebaseerd op de driehoeksmossel, omdat specifiek over de quaggamossel niet veel literatuur beschikbaar is.

Randvoorwaarden	Optimum	Minimum	Maximum	Bron
Waterdiepte	3 m	1 m	5 m	Wolfshaar et al. (2006)
Watertemperatuur	13-17 °C	0	36.97 °C ± 0,63	Wolfshaar et al. (2006) Bij de Vaate (2008)
Stroomsnelheid	< 20 cm/s	0	80 cm/s	Wolfshaar et al. (2006) Bij de Vaate (2008
Zuurstof	7 – 15 mg/L	5.5 mg/L		Wolfshaar et al. (2006)
Zoutgehalte		0 mg/L	1000 mg/L	Wolfshaar et al. (2006)
Ortho fosfaat	0.02-0.1 mg/L	0.01 mg/L	0.29 mg/L	Wolfshaar et al. (2006)
Slibgehalte	0-500 mg/L	0 mg/L	1000 mg/L	Wolfshaar et al. (2006)
Calcium		8 – 12 mg/L		Bij de Vaate (2008
pH		7.2	9	DNR (2005)
Microcystine/Chlorofyl-a			0.25 µg/L	Sophie (2012)

Tabel 2.4 Overzicht van randvoorwaarden voor levensvatbaarheid Dreissena

In deze tabel zijn vooral zuurstof en stroomsnelheid kritische parameters. Het zoutgehalte kent een brede range net zoals het slibgehalte. Daarbij is pH en calcium een parameter welke niet cruciaal zijn voor een geslaagde kweek. Ortho fosfaat is een lage waarde, maar de mosselen overleven het wanneer de waarde hoger is. Hierdoor moet er bij de selectie van RWZI's alleen gelet worden op zuurstof en stroomsnelheid.

2.2.3.1. Habitat

De *Dreissena* moet worden geplaatst op een minimale diepte van 1 meter. Op deze diepte dreigt er minder gevaar van predators en is de watertemperatuur stabiel. De mossel heeft hard substraat nodig voor vestiging. Dit kan bestaan uit stenen, maar ook uit lege schelpen of andere mosselen (DNR, 2005). Dit geldt echter voor natuurlijk water aangezien de mosselen op speciale kratten, welke zijn ontwikkeld door *Bureau Waardenburg bv.*, worden geënt waardoor de mosselen al veilig zijn voor predatoren. Daarnaast is de watertemperatuur in effluent stabiel.

2.2.3.2. Voeding

De mossel voedt zich voornamelijk met seston wat bestaat uit gesuspendeerd materiaal en plankton (Sophie, 2012). Daarnaast neemt de mossel bacteriën op en algen. Wanneer, meestal anorganisch, materiaal niet wordt verteerd, wordt het uitgescheiden door middel van pseudofeaces.

2.3. Conclusie

Zoetwatermosselen van het *Dreissena* geslacht zijn de meest geschikte mosselen om te kweken, omdat deze soort het beste ingezet kan worden ter bestrijding van blauwalgen. Door de groeiwijze op substraat is het goed bruikbaar voor de kweek en de verdere toepassingen. Ook groeien deze zoetwatermosselen in hoge dichtheden waardoor er per inhoud veel mosselen voorkomen. De *Dreissena* komen binnen het beheersgebied van Waterschap Rijn en IJssel vooral voor in de grotere watergangen zoals beken en rivieren welke gesitueerd zijn in het noorden en oosten. De mossel is geslachtsrijp vanaf 2 jaar en wordt maximaal 4 jaar oud. Het habitat van de *Dreissena* is optimaal bij een waterdiepte 1-5 meter waar voldoende hard substraat aanwezig is. De voeding bestaat voornamelijk uit seston, bacteriën en algen. Daarnaast kunnen er pseudofeaces worden uitgescheiden. Het periostracum is een indicatie voor de gesteldheid van de mosselen. Bij de selectie van RWZI's voor de tests zijn de zuurstofconcentratie en stroomsnelheid belangrijke criteria.

3. De rioolwaterzuiveringinstallaties

In dit hoofdstuk worden de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) besproken, welke in aanmerking komen voor de tests. Deze tests worden uitgevoerd om te bepalen of een kweek überhaupt mogelijk is. Aan bod komen de RWZI's van Waterschap Rijn en IJssel, de bruikbare RWZI's voor de tests en de criteria waarop getoetst is. Dit geeft antwoordt op deelvraag 3; welke RWZI's in aanmerking komen voor de tests.

3.1. Huidige situatie

Waterschap Rijn en IJssel heeft momenteel 13 RWZI's in haar beheer (zie bijlage 2 voor een overzichtskaart). Deze zijn op te delen in twee groepen; RWZI's die lozen op een grote rivier, welke in beheer zijn van *Rijkswaterstaat* en RWZI's die lozen op lokale watergangen, welke in beheer zijn van Waterschap Rijn en IJssel zelf. In tabel 3.1 is een overzicht opgenomen waar de betreffende RWZI op loost, de bij behorende I.E. (inwonersequivalent) welke de grootte/vuillast van de RWZI aangeeft en de ontvangende watergang.

Naam RWZI	Aantal I.E. influent	Ontvangende watergang
Lozing op lokale watergangen		
Aalten	31.652	Keizersbeek
Dinxperlo	10.707	Aa-strang
Etten	153.514	Oude IJssel
Haarlo	31.976	Berkel
Holten	26.111	Schipbeek
Lichtenvoorde	17.167	Baakse beek
Ruurlo	12.211	Baakse beek
Varsseveld	19.288	Boven Slinge
Wehl	11.891	Wehlsebeek
Winterswijk	47.099	Groenlose Slinge
Lozing op grote rivieren		
Nieuwgraaf	238.635	IJssel
Olburgen	90.721	IJssel
Zutphen	93.851	IJssel

Tabel 3.1 Overzicht waarop waterzuiveringen lozen

De RWZI's die lozen op lokale watergangen hebben een kleiner aantal I.E. (uitzondering is Etten) waardoor deze kleinschaliger zijn dan de RWZI's welke lozen op grote rivieren. Daarbij kennen de grote RWZI's die lozen op grote rivieren meer fluctuaties in nutriëntenconcentraties aangezien deze minder strenge vergunningseisen hebben, omdat de invloed van effluentlozing op grote rivieren kleiner is.

3.2. Geschikte RWZI's voor de tests

Om te bepalen welke RWZI's in aanmerking komen, zijn er meetresultaten van alle RWZI's opgevraagd. Dit zijn meetgegevens van de afgelopen 5 jaar. Elk jaar bestaat uit ongeveer 50 metingen, elke 7-10 dagen een meting. De meting is uitgevoerd in een volume proportioneel monster en is dus representatief voor de gehele bemonsteringsperiode. In tabel 3.2 zijn de beschikbare parameters van het effluent weergegeven. Deze parameters zijn niet voldoende voor het toetsen van alle levensrandvoorwaarden voor de *Dreissena* (zie hoofdstuk 2).

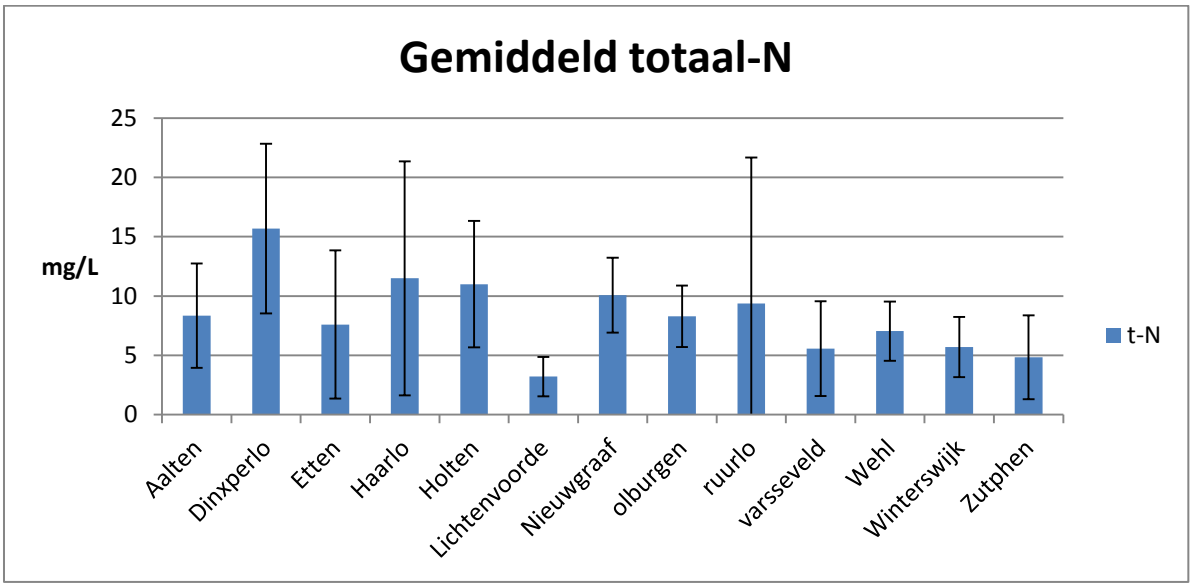
Concentratie	Vracht	Norm	Overig
mg/L	kg	mg/L	-
Onopgeloste stoffen	Onopgeloste stoffen	Norm P	Debiet (m^3/24 uur)
BZV	BZV	Norm N	IE 150 g TZV
CZV	CZV	Norm BZV	l/i.e. 150 g
Kj-N	N-totaal	Norm CZV	IE
t-N (totaal-N)	P-totaal	Norm OB	i.e. 54 g BZ
o-P (ortho-P)			
t-P (totaal-P)			
t-P10 (totaal gemiddeld P over 10 opeenvolgende metingen)			

Tabel 3.2 Gegevens welke bekend zijn van effluent

Er is gekozen, in overleg met de opdrachtgever, om aanvullende criteria te hanteren voor het selecteren van RWZI's voor de tests. Tot deze criteria behoren: stabiliteit, voedingsstoffen, bemensing en reistijd. Deze criteria worden besproken in de volgende subparagrafen.

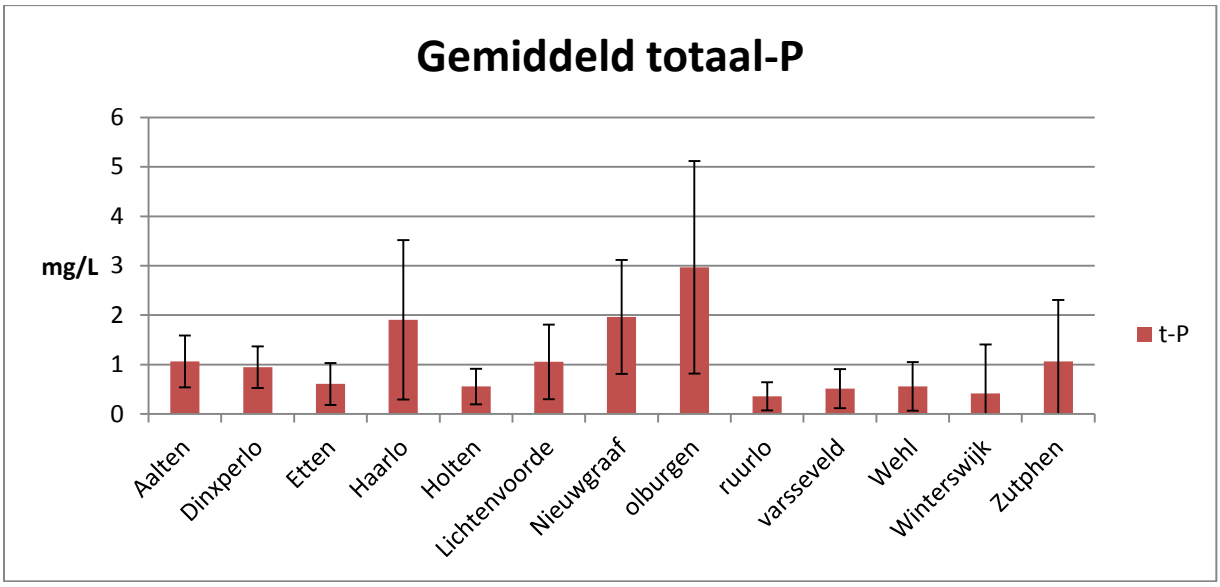
3.2.1. Stabiliteit

Een stabiele RWZI zal een beter klimaat leveren voor de *Dreissena*. In figuur 3.1 is de gemiddelde totale stikstof concentratie over de afgelopen 2 jaar weergegeven, waarbij ook de standaarddeviatie is weergegeven. Dit geeft de grootte van fluctuaties aan. Dit laat zien dat vooral Lichtenvoorde, Nieuwgraaf, Olburgen, Wehl en Winterwijk redelijk stabiel zijn.



Figuur 3.1 Percentage normoverschrijding over 5 jaar

Figuur 3.2 geeft de gemiddelde totale fosfaat concentraties weer, met de bijbehorende standaarddeviatie, van de afgelopen 2 jaar. Hier is vooral te zien dat inderdaad de grotere RWZI's, welke lozen op grote rivieren, het minst stabiel zijn. Namelijk: Haarlo, Nieuwgraaf, Olburgen en Zutphen.

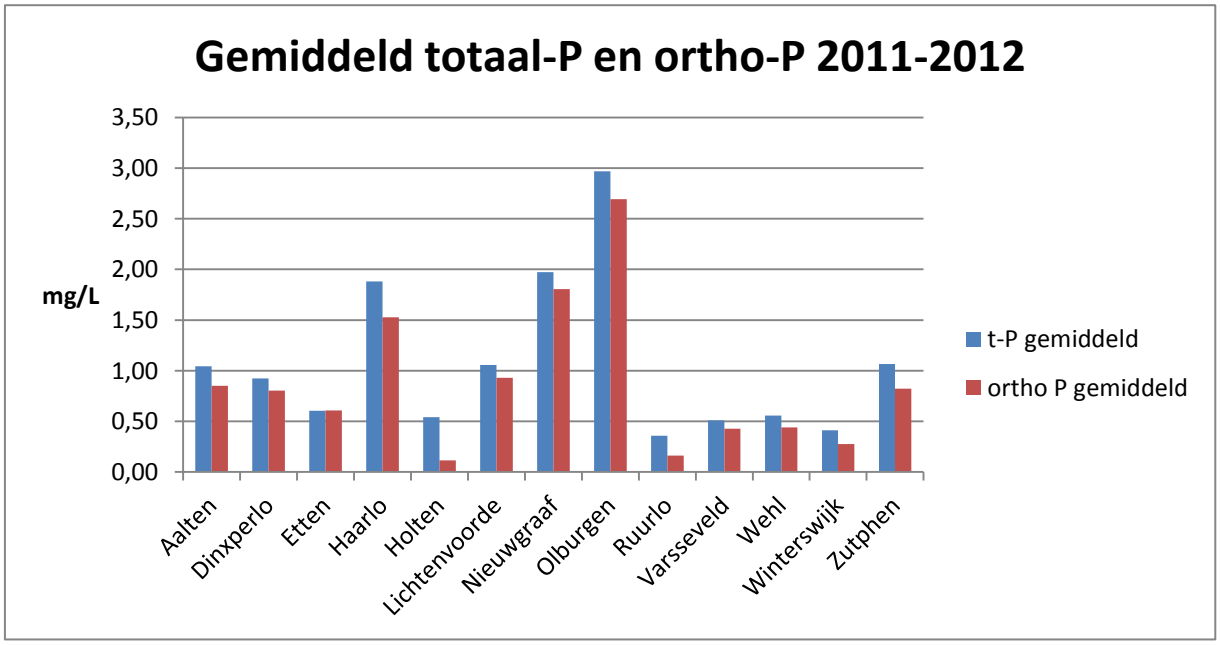


Figuur 3.2 Percentage normoverschrijding afgelopen 2 jaar

De drie RWZI's die op de grote rivieren lozen overschrijden het vaakst de norm waardoor deze het minst stabiel zijn.

3.2.2. Voedingstoffen voor *Dreissena*

Ook voedingsstoffen voor de mosselen zijn bepalend voor de keuze. Zoals staat beschreven in hoofdstuk 2 is de maximum waarde voor ortho-fosfaat 0,29 mg/L. In figuur 3.3 is te zien dat de waarde in effluent vele malen hoger is. Maar dit is vooral belangrijk in natuurlijk water, aangezien otho-fosfaat alleen niet giftig is voor mosselen. Alleen Holten, Ruurlo en Winterswijk zijn onder de norm.



Figuur 3.3 Gemiddeld totaal fosfaat en gemiddeld ortho-fosfaat in 2011 en 2012.

3.2.3. Bemensing

Ook bemensing is een criterium. Wanneer een RWZI onbemand is, kan de RWZI niet alleen bezocht worden. Als een RWZI onbemand is de afhankelijkheid groot van beheerders van de RWZI.

3.2.4. Reistijd

Reistijd tot de RWZI vanaf het hoofdkantoor in Doetinchem wordt ook meegenomen in de afweging. Wanneer een waterzuivering ver weg vanaf kantoor is dan kan men in geval van calamiteiten niet snel ter plaatse zijn. Ook gaat er dan veel tijd verloren bij het ophalen van monsters.

3.2.5. Effluent bereikbaarheid

De mosselen worden in effluent geplaatst. Hierom is het belangrijk dat het effluent bereikbaar is. In de rand van de nabezinktanks kan het niet vanwege de ronddraaiende "veegarm". Vaak gaat het water op de RWZI via ondergrondse (pers)leidingen, dus is open water belangrijk. Dit geldt vooral voor de kweek, aangezien de tests kleinschalig zijn en niet veel ruimte eisen.

3.2.6. De geselecteerde RWZI's

In tabel 3.3 is weergegeven welke RWZI's aan de criteria voldoen. Voor de selectie van testlocaties is contact opgenomen met dhr. C. Petri, beleidsadviseur zuiveringsbeheer, van Waterschap Rijn en IJssel. Hieruit bleek echter dat het ook kan baten om op verschillende soorten RWZI's de tests uit te voeren, zodat er ook bepaald kan worden welke soort RWZI het beste is voor de *Dreissena*.

	Stabiliteit	Voedingsstoffen	Bemensing	Reistijd
Aalten	v	x	x	v
Dinxperlo	v	x	v	v
Etten	v	x	v	v
Haarlo	x	x	x	x
Holten	v	v	x	x
Lichtenvoorde	v	x	x	v
Nieuwgraaf	x	x	v	v
Olburgen	x	x	v	v
Ruurlo	v	v	x	v
Varsseveld	v	x	x	v
Wehl	v	x	x	v
Winterswijk	v	v	v	x
Zutphen	x	x	v	v

Tabel 3.3 Overzicht RWZI's afgezet tegen criteria v = voldoet x = voldoet niet

De volgende 3 RWZI's zijn geselecteerd voor de tests:

- Etten — Is net gerenoveerd en zal snel stabieler worden (minder pieken). Tevens is dit een representatieve middelgrote RWZI (I.E. 153.514) welke altijd bemand is. Ook is de reistijd minimaal.
- Nieuwgraaf — Dit is een grote RWZI (I.E. 238.635) die loost op de IJssel. De RWZI kent veel fluctuaties. Hier is tevens een grote effluentsloot aanwezig waardoor effluent goed bereikbaar is.
- Winterswijk — Deze RWZI is een kleine RWZI (I.E. 47.099) welke weinig pieken kent. Ook is de ortho-P onder het maximale criterium van de mosselen. Daarnaast is deze RWZI vaak bemand.

3.3. Extra metingen geselecteerde RWZI's

Aangezien de gegevens uit tabel 3.2 niet genoeg zijn om te bepalen of de *Dreissena* zal overleven in effluent is het noodzakelijk om extra metingen in het veld te doen. In tabel 3.4 zijn de extra meetgegevens gepresenteerd van Etten, Nieuwgraaf en Winterswijk. Deze metingen zijn uitgevoerd met een membraanmeter (merk: YSI, type: 650 MDS).

	Datum	EGV	O_2	O_2	pH	Temp.
	-	mS/cm	%	mg/L	-	°C
Etten	07-05-2013	1.125	16	1,4	7,4	19,2
Nieuwgraaf (sloot)	07-05-2013	1.213	51	4,9	7,5	17
Nieuwgraaf (vijver)	07-05-2013	1.212	57,2	5,5	7,3	16,8
Winterswijk	07-05-2013	1.180	26	2,5	7,5	15,7

Tabel 3.4 Overzicht meetresultaten extra metingen in geselecteerde RWZI's

Uit deze extra metingen blijkt dat het zuurstofgehalte niet hoog genoeg is bij Etten en Winsterwijk, aangezien de mosselen een minimum nodig hebben van 5,5 mg/L. Dus moet er extra worden belucht tijdens de tests. Voor slibgehalte (onopgeloste stoffen) geldt de vergunningsnorm van maximaal 500 mg/L waar alle RWZI's ruim aan voldoen, dit zal dus geen nadelige gevolgen hebben voor de mosselen. De overige gegevens (stroomsnelheid, calciumgehalte en Microcystine/Chlorofyl-a) zijn niet gemeten. Wel is de stroomsnelheid, in de effluent geul, zo hoog in Etten en Winterswijk dat de mosselen daar niet direct in gehangen kunnen worden.

3.4. Conclusie

Effluent voldoet aan de levensrandvoorwaarden van de mosselen. Alleen is het zuurstofgehalte en stroomsnelheid een kritische parameter waar niet altijd aan voldaan wordt.

De RWZI's Etten, Nieuwgraaf en Winsterswijk worden gebruikt voor de tests met de *Dreissena*. Deze RWZI's representeren:

- Middelgrootte RWZI's die redelijk stabiel zijn qua fluctuaties
- Grote onstabiele waterzuiveringen welke lozen op grote rivieren
- kleine stabiele RWZI's die lozen op lokale watergangen

Uit de tests zal dan blijken welke soort RWZI het meest geschikt is voor de daadwerkelijk pilot en kweek. De waterkwaliteit van de drie RWZI's is goed voor de *Dreissena*, alleen het zuurstofgehalte van Etten en Winsterswijk is niet optimaal. Hiermee moet rekening gehouden worden tijdens de tests. Ook de stroomsnelheid verdient aandacht tijdens de tests in Etten en Winterswijk aangezien het effluent te snel stroomt om de mosselen daar direct in te hangen.

4. De testopzet en analysemethoden

In het volgende hoofdstuk wordt de testopzet en analysemethoden besproken. Ook de testopzet wordt geïllustreerd. Zoals is besproken in hoofdstuk 3 vonden de tests plaats in Etten, Nieuwgraaf en Winterswijk. Met de tests werd bekeken of de mosselen kunnen overleven in effluent en of de conditie vergelijkbaar bleef aan de referentielocatie.

Het uitgangspunt bij de selectie van tests, was de mogelijkheid tot het uitvoeren van de tests. Wat zelfstandig uitgevoerd kon worden en wat uitbesteed moest worden aan externen. Ook de testduur was een criterium voor de opzet omdat resultaten binnen de afstudeerperiode beschikbaar moesten zijn.

De tests zijn uitgevoerd met beide *Dreissena* soorten. Dit omdat de beide soorten veel op elkaar lijken en in de praktijk, bij andere onderzoeken, ook door elkaar werden gebruikt. Daarbij hebben beide mosselen hetzelfde habitat. Wanneer er substraat met mosselen wordt verzameld voor de tests zal hier en de driehoeksmossel en de quaggamossel op aanwezig zijn.

4.1. Testopzet

In de volgende subparagrafen wordt de testopzet besproken en geïllustreerd.

4.1.1. Mosselen verzamelen

De mosselen zijn, in kluiten, opgedoken uit de Rhederlaag ten oosten van Arnhem (zie figuur 4.1 voor een kaart). De *Dreissena* werden verzameld in een beluchtte ton welke gevuld was met gebiedseigen water. De mosselen verbleven in deze beluchtte ton totdat ze werden geplaatst in effluent. Tussen de mosselen was exotische macrofauna aanwezig, die niet in het watersysteem van Waterschap Rijn en IJssel voorkomen. Deze zijn daarom zorgvuldig verwijderd bij het plaatsen van mosselen in de testopstelling, bij de RWZI's.

Figuur 4.1 Locatie Rhederlaag waar de Dreissena is opgedoken (Bron: google.nl/maps)
Locatie A (rode punaise) geeft de Rhederlaag aan

4.1.2. Locaties en testopzet

Zoals in hoofdstuk 3 onderbouwd is, werden de *Dreissena* in de volgende RWZI's geplaatst: Etten, Nieuwgraaf en Winterswijk. Op alle drie de locaties zijn de mosselen in het effluent geplaatst. Zoals ook is vermeld in hoofdstuk 3 is het zuurstofgehalte in Etten en Winterswijk te laag waardoor er

apart zuurstof bij gepompt moest worden. Daarbij is de stroomsnelheid erg hoog en is het effluent niet goed bereikbaar. Hierdoor konden de mosselen niet direct in effluent geplaatst worden, maar in een aparte bak waar effluent doorheen werd gepompt met extra zuurstof. In bijlage 3 zijn luchtfoto's opgenomen waarop de locatie precies is aangegeven. De volgende deelparagrafen bespreekt de testopzet per RWZI.

4.1.2.1. Etten

Op RWZI Etten is een bak waar van 3 nabezinktanks het effluent wordt verzameld. Deze bak is onder maaiveld en is afgesloten, ter hoogte van maaiveld, met een rooster. De mosselen worden in een speciekuip op het rooster geplaatst zodat effluent makkelijk kan worden rondgepompt. De pomp wordt onder het rooster in effluent gehangen.

De pomp moet het effluent ongeveer 1,5 meter opvoeren waardoor het debiet in de speciekuip ongeveer 250 L/uur is.

Figuur 4.2 illustreert de opstelling. Links is de aanvoerslang van effluent. Het slangetje meest rechts is voor beluchting.

Figuur 4.2 Testopzet Etten

4.1.2.2. Nieuwgraaf

RWZI Nieuwgraaf heeft genoeg zuurstof waardoor het niet noodzakelijk is om effluent te beluchten. Daarnaast kent Nieuwgraaf een effluentsloot waar effluent, via een gemaal, naar het oppervlaktewater stroomt. De mosselen zijn in een waszakje, met een fijne maaswijdte, geplaatst in een plastic mandje. Over deze sloot loopt een brug waaraan een mandje met *Dreissena* was bevestigd. Hierdoor hingen de mosselen direct in effluent.

Op figuur 4.3 is de effluentsloot te zien en op figuur 4.4 is de brug over de effluentsloot te zien met overstort naar het gemaal. Figuur 4.5 laat het mandje zien waarin de *Dreissena* is geplaatst en figuur 4.6 toont de locatie van het mandje.

Figuur 4.3 Effluentsloot Nieuwgraaf

Figuur 4.4 Effluentsloot Nieuwgraaf+brug

Figuur 4.5 Mandje gehangen in effluent *Figuur 4.6 Locatie van mandje*

4.1.2.3. Winterswijk

Net als in Etten was het noodzakelijk om in Winterswijk effluent rond te pompen vanwege het lage zuurstofgehalte en hoge stroomsnelheid van effluent. Hierdoor was de testopstelling in Winterswijk overeenkomstig aan die van Etten. Winterswijk kent een effluentbak waar al het effluent wordt verzameld alvorens het naar een drukleiding gaat (zie figuur 4.7). Figuur 4.8 laat zien dat de testopzet bovenop een rooster geplaatst was. Dit rooster is boven een drempel en de vijverpomp was voor de drempel gehangen. De pomp moet 1,8 meter opvoeren waardoor het debiet in de speciekuip ongeveer 50 L/uur is.

Figuur 4.7 Testopzet Winterswijk *Figuur 4.8 Overzicht effluentbak*

4.1.3. Monitoring

Terwijl de tests liepen is er regelmatig een bezoek gebracht aan de RWZI's. Tijdens de bezoeken is er een membraanmeter (zie figuur 4.9) in het water gehangen om watercondities te monitoren (merk: YSI, type: 650 MDS). Deze meter is officieel voor offshore gebruik waarbij deze continu in het water dient te verblijven. De meter moet daarom officieel minstens een kwartier in het water hangen alvorens de meting afgelezen kan worden, omdat het lang duurt voordat de waarde is gestabiliseerd.

Figuur 4.9 Membraanmeter

In alle gevallen is de membraanmeter geen kwartier in het water verbleven voordat de waarde werd afgelezen. Wel heeft de meter overal ongeveer even lang in het water gehangen voordat de waarde werd afgelezen.

Daarnaast werd gemonitord of de mosselen nog in leven waren. Tevens werd de testopstelling zelf nagelopen, vooral of de pomp nog voldoende effluent rondpompte.

4.1.4. Gebruikte materialen

Vervolgens zijn de materialen beschreven waarvan gebruik is gemaakt tijdens de tests.

Tijdens het verzamelen van de mosselen is gebruik gemaakt van:

- Ton
- Beluchtingspomp die kan worden aangesloten op de sigarettenaansteker van de auto

In Etten en in Winterswijk is gebruik gemaakt van dezelfde materialen, voor de testopzet, namelijk:

- Speciekuip waar de mosselen in worden geplaatst. Afmetingen 85 liter: ø 630 mm, H 380 mm
- Verlengsnoer om de pompen aan te sluiten
- Plastic bak met deksel (waterdicht) om het verlengsnoer droog op te bergen
- Vijverpomp. Merk: Messner, Type: System-N 1200, Hmax 1,8 m, Qmax = 20 L/min
  (Zie bijlage 4 voor specificaties)
- Zuurstofpompje met bruisbal
- Netjes over de speciekuip om de mosselen te beschermen tegen predatoren

In Nieuwgraaf zijn de mosselen opgehangen, hiervoor is gebruik gemaakt van:

- Mandje welke aan de brug is gehangen in effluent
- Waszakje om te voorkomen dat de mosselen uit het mandje spoelen
- Touw om mandje dicht te knopen en op te hangen
- Schaar

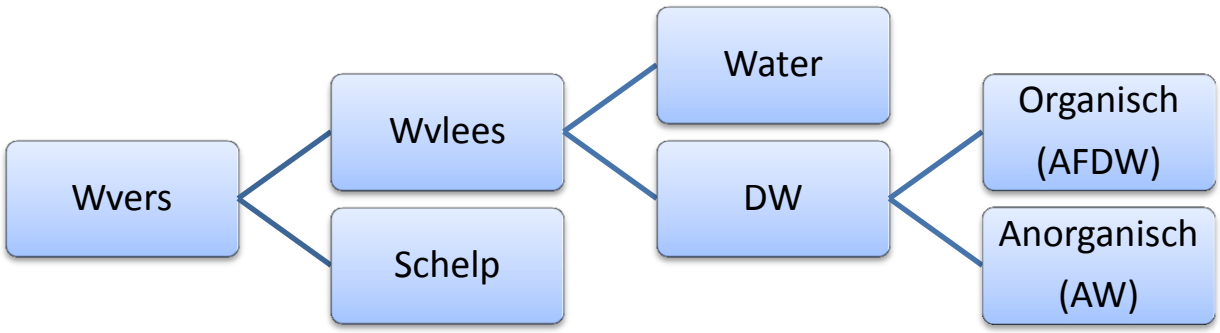
4.1.5. Blootstellingstijd

Volgens Glorius en Kotterman (2011) dienen driehoeksmosselen 6 weken in het water te verblijven alvorens er tests kunnen worden uitgevoerd. Maar Glorius en Kotterman (2011) analyseren op chemie (PCB's, PAK's, kwik, cadmium en lood) waarvoor een chemisch evenwicht dient te zijn. Dat chemisch evenwicht wordt pas bereikt na 6 weken.

Omdat de uit te voeren tests niets te maken hebben met een chemisch evenwicht is het niet noodzakelijk om een blootstellingstijd van 6 weken aan te houden. Er is desondanks gekozen om de 6 weken aan te houden, aangezien er tijd voor is en mocht er alsnog een chemische analyse gewenst zijn dan kan dit alsnog worden uitgevoerd.

4.2. Methode van analyseren

Door het gewicht en de lengte van de mosselen op te nemen, voor, tijdens en na de tests, werd duidelijk hoe de conditie van de mosselen was na de blootstelling in effluent. Als er geen voeding werd opgenomen, dan zou de mossel in (organisch) gewicht afnemen. Figuur 4.10 illustreert waaruit het gewicht van de mosselen is opgebouwd.



Figuur 4.10 Opbouw van gewicht van de mosselen. Wvlees = natgewicht, DW = drooggewicht, AW = asgewicht, AFDW = asvrijdrooggewicht

In tabel 4.1 is weergegeven welke gegevens er worden gebruikt voor conditie bepaling.

Bepaling	Afkorting	Methode / betekenis
Schelplengte	Lschelp	mm
Versgewicht	Wvers	Gewicht van de mossel incl schelp en evt. water (gr)
Vleesgewicht	Wvlees	Natgewicht van de mossel zonder schelp (gr)
Individueel gemiddeld vleesgewicht	Wvleesgem	Wvlees / aantal mosselen in monster
Drooggewicht	DW	Droogstoof 24 uur op 105 °C
As gewicht	AW	DW na 4 uur in asoven op 550 °C = anorganisch deel
Asvrij drooggewicht	AFDW	DW – AW = organisch deel
Body mass index	BMI	Conditie mosselen ratio lengte/gewicht

Tabel 4.1 Overzicht bepalingen en afkortingen

Om de monsters met elkaar te kunnen vergelijken is er alleen gebruik gemaakt van percentages of zijn de gewichten omgerekend naar 100 gram monster. Overige parameters zijn niet geschikt voor vergelijking. Wel kunnen de overige parameters een beeld geven hoe het monster is opgebouwd en wat de kwaliteit en kwantiteit ervan is.

Per locatie werden 2 kluiten (ongeveer 200 mosselen in totaal) geplaatst voor de bepalingen. Tabel 4.2 geeft weer wat er per kluit gemeten werd. In totaal verbleven de kluiten 6 weken (T = 6) in het effluent. Na 3 weken (T = 3) werd van elke locatie 1 kluit geanalyseerd.

Locatie	Kluitnr/ monsternr.	Te meten voor blootstelling T = 0	Te meten tijdens blootstelling T = 3	Te meten na blootstelling T = 6
Rhederlaag (referentie)	Kluit 0.1	AFDW, DW, AW, Lschelp, Wvers, Wvlees	-	-
Etten	Kluit 1.1	-	AFDW, DW, AW, Lschelp, Wvers, Wvlees	-
	Kluit 1.2	-	-	AFDW, DW, AW, Lschelp, Wvers, Wvlees
Nieuwgraaf	Kluit 2.1	-	AFDW, DW, AW, Lschelp, Wvers, Wvlees	-
	Kluit 2.2	-	-	AFDW, DW, AW, Lschelp, Wvers, Wvlees
Winterswijk	Kluit 3.1	-	AFDW, DW, AW, Lschelp, Wvers, Wvlees	-
	Kluit 3.2	-	-	AFDW, DW, AW, Lschelp, Wvers, Wvlees

Tabel 4.2 Overzicht analyses (T = weken)

Op hoofdkantoor werden de mosselen gesorteerd en gemeten. Eerst werden de mosselen gesorteerd op levende en lege schelpen (zie figuur 4.9). Vervolgens worden de schelpen gemeten waardoor er verschillende lengteklassen ontstaan (zie figuur 4.10). De lengteklassen geven een indicatie aan waaruit het monster is opgebouwd, zodat de verschillende monsters ongeveer gelijk zijn aan elkaar. Per RWZI worden vervolgens 2 potjes gevuld, een met het vlees en een met schelpen. Hierdoor wordt op hoofdkantoor alleen de schelplengte (Lschelp) bepaald.

Figuur 4.9 Levende en lege schelpen

Figuur 4.10 Lengteklasse

4.2.1. Laboratorium analyses

In het laboratorium van Waterschap Regge en Dinkel werd vervolgens versgewicht (Wvers), vleesgewicht (Wvlees), droogggewicht (DW) en asgewicht (AW) bepaald. Wanneer de mosselen werden opgestuurd, werden de potjes met mosselen en schelpen eerst gewogen voor de Wvers en Wvlees bepaling. Daarna werden de mosselen in een droogstoof geplaatst voor de drooggewicht (DW) bepaling. Hierna werd het materiaal ingevroren. Het monster kon pas ingevroren worden na de drooggewicht bepaling omdat het invriezen anders invloed heeft op verdere bepalingen. Toen alle monsters binnen waren is het asgewicht in een keer bepaald. Wanneer er voldoende materiaal overbleef kon er een vetbepaling en een chemische analyse worden uitgevoerd.

In het laboratorium is het drooggewicht (DW) en asgewicht (AW) van de mosselen bepaald in procenten. Hieruit is het percentage water per monster te berekenen net zoals het Asvrijdrooggewicht (AFDW). Door het gewicht van het mosselvlees op te splitsen in organisch gewicht (AFDW) en anorganisch gewicht (AW) kan er worden bepaald of de mosselen daadwerkelijk zijn gegroeid, dit uit zich in toename van het organische gewicht.

Wvlees en Schelp zijn beide in gram uitgedrukt, opgeteld vormen zij de Wvers.
DW is in % uitgedrukt van Wvlees.
Water is in % uitgedrukt van Wvlees. 100 - % DW = % water
AW is in % uitgedrukt van DW.
AFDW is uitgedrukt in % van DW. 100- % AW = % AFDW

4.2.2. Uitwerking analyses

De Mesel et al. (2009) heeft onderzocht welke methode het beste gebruikt kan worden om het vleesgewicht (Wvlees) te bepalen. De mosselen worden echter, op deze manier, gekookt voordat ze gewogen worden. Wanneer de mosselen gekookt worden heeft dit invloed op verdere bepalingen in het lab. Hierdoor is er gekozen om Wvlees te bepalen zonder dat ze eerst gekookt worden, dus “rauw”. Ook de gebruikte formule uit het onderzoek (De Mesel et al., 2009) voor vleespercentage zal worden gebruikt tijdens de verwerking van de test gegevens. De gebruikte formule is:

Vleespercentage = Wvlees (gr) / Wvers (gr) x 100

Tevens zal de formule, welke is gebruikt door Van der Hiele (2007), worden gebruikt om de BMI van de mosselen te bepalen.

BMI = (AFDW * 1000) / $Lschelp^3$

4.2.3. Gebruikte materialen

Per RWZI zijn 2 kluiten mosselen geplaatst. Daarnaast was er een kluit die niet werd geplaatst ter referentie. Dus in totaal 7 kluiten. Aangezien mosselen niet gestructureerd groeien is het moeilijk om kluiten van gelijke grootte te vinden. Daarom zijn er verschillende stenen en andere losse materialen, waar de *Dreissena* op gevestigd is, mee genomen om in het effluent te hangen. Per monster zijn er ongeveer 100 mosselen geprepareerd voor de bepaling.

Benodigdheden voor de testopzet:

- Minimaal 7 handzame kluiten *Dreissena* (minstens 100 mosselen per kluit)

Benodigdheden om de monsters voor te bereiden op lab analyse:

- Schuifmaat
- Weegschaal tot 0,1 gr. nauwkeurig
- Mesje om de mosselen uit de schelp te halen
- Lab potjes

5. Testresultaten

In dit hoofdstuk worden de testresultaten gepresenteerd en besproken. Uit deze resultaten zal blijken of de mosselen (kunnen) overleven in effluent van de 3 RWZI's en hoe de conditie na blootstelling aan effluent is ten opzichte van de referentielocatie, Rhederlaag.

5.1. Tijdlijn

Tabel 5.1 geeft de tijdlijn aan waarin de tests hebben plaatsgevonden. Welke activiteit wanneer plaatsvond en eventuele bijzonderheden.

Week	T = (week)	Datum	Activiteit	Bijzonderheden
21	0	26-05-13	Mosselen opgedoken, geplaatst in Nieuwgraaf	-
22	0	27-05-13	Mosselen geplaatst in Etten en Winterswijk	-
23	1	03-06-13	Levensvatbaarheid controleren in Etten en Winterswijk	De vijverpomp in Etten is uitgevallen door slecht verlengsnoer, mosselen leven nog. In Winterswijk staat de zuivering stil.
23	1	04-06-13	Verlengsnoer vervangen in Etten	-
24	2	11-06-13	Levensvatbaarheid controleren in Nieuwgraaf	Aan het mandje hangen veel wieren en algen, veel macrofauna aanwezig.
25	3	17-06-13	Mosselen ophalen in Etten en Winterswijk, prepareren voor lab	Alle mosselen in Winterswijk zijn dood (alle schelpen staan open).
26	4	27-06-13	Mosselen ophalen in Nieuwgraaf en prepareren voor lab	Veel schelpen (+/- 50%) staan open. Schelpen heel wit en broos.
28	6	08-07-13	Mosselen ophalen in Etten en prepareren voor lab	Het water is heel groen vanwege algen en wieren.
28	6	11-07-13	Mosselen ophalen in Nieuwgraaf	Alle mosselen zijn overleden.

Tabel 5.1 Tijdlijn van de test

5.2. Waterconditie tijdens de tests

Tijdens de testen is er geregeld een membraanmeter (merk: YSI, type: 650 MDS) in het water gehangen om te bepalen of de condities nog voldoende zijn voor de mosselen zoals beschreven in subparagraaf 2.2.3. In tabel 5.2 is een overzicht van de waterconditie van effluent weergegeven.

De criteria voor de mosselen zijn als volgt (zie subparagraaf 2.2.3.):

Zoutgehalte [1]	0 - 1000 mg/L
Zuurstofgehalte	> 5,5 mg/L
pH	7.2 – 9
Watertemperatuur	0 – 37 ^{0}C

	Datum	EGV	Zout	O_2	O_2	pH	Temp.
	-	mS/cm	mg/L	%	mg/L	-	^{0}C
Rhederlaag							
Basis waarden	26-5-2013	0,603	301,5	40,2	4,2	NB	13,34
Etten							
Basis waarden	7-5-2013	1,125	562,5	16	1,4	7,4	19,2
O_2 pomp met tussenstuk	21-5-2013	0,84	420	19,9	1,85	7,49	18,8
O_2 pomp zonder tussenstuk	21-5-2013	0,84	420	33,6	3,14	7,49	18,8
Mosselen plaatsen testopzet	27-5-2013	0,72	360	34,6	3,26	NB	18,02
Bezoek, levensvatbaarheid	3-6-2013	1,103	551,5	22	2,07	NB	18,25
Ophalen mosselen halftijd T=3	17-6-2013	1,012	506	18,9	1,68	7,6	21
Nieuwgraaf (sloot)							
Basis waarden	7-5-2013	1,213	606,5	51	4,9	7,5	17
Mosselen plaatsen testopzet	26-5-2013	1,036	518	36,1	3,61	NB	15,3
Bezoek, levensvatbaarheid	11-6-2013	1,098	549	42,8	3,95	7,2	19,02
Nieuwgraaf (vijver)							
Basiswaarden	7-5-2013	1,212	606	57,2	5,5	7,3	16,8
Winterswijk							
Basis waarden	7-5-2013	1,18	590	26	2,5	7,5	15,7
Testopzet plaatsing	27-5-2013	0,836	418	17,1	1,74	NB	14,54
Mosselen plaatsen testopzet	27-5-2013	0,841	420,5	34,8	3,44	NB	15,96
Bezoek, levensvatbaarheid	3-6-2013	1,24	620	34,5	3,34	NB	16,56

Tabel 5.2 Overzicht watercondities effluent NB = niet bepaald

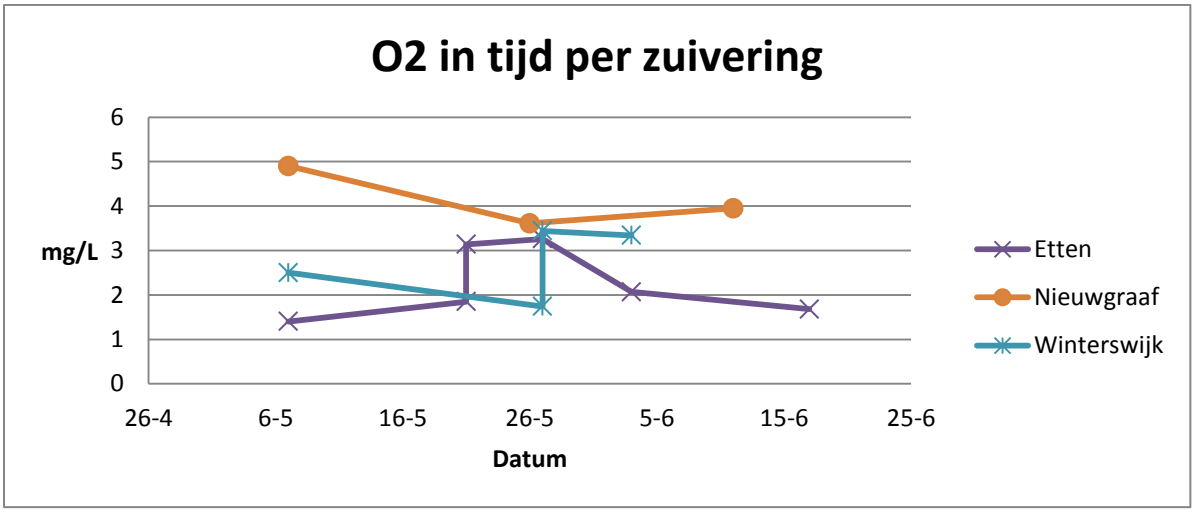
Bij de verschillende testopzetten is niet even vaak de waterconditie gemeten. Een RWZI zoals Etten is dichtbij hoofdkantoor en kan vaak worden bezocht. Nieuwgraaf werd daarentegen vaak vanuit huis bezocht waardoor de membraanmeter niet voor handen was. In Winterswijk is niet meer gemeten na T = 1, tijdens de levensvatbaarheidcontrole.

De tabel laat zien dat het EGV/zout in effluent ten opzichte van de Rhederlaag een stuk hoger is, wel blijft het tussen de kritische waarden. De pH blijft neutraal. Ook is de temperatuur een stuk hoger in effluent dan in de Rhederlaag. Dit komt vooral ook doordat de speciekuip, waarin de mosselen geplaatst zijn, zwart is en vol in de zon is geplaatst. Ook hierbij blijft de temperatuur binnen de norm.

Vooral zuurstof is een kritische parameter voor de mosselen. Figuur 5.1 geeft de zuurstofwaarde aan in een grafiek. Hierin is te zien dat het zuurstofgehalte flink toeneemt tijdens de plaatsing van de zuurstofpomp, ook is te zien dat het zuurstofgehalte weer afneemt in Etten terwijl de zuurstofpomp aanwezig is. Dit zou verklaard kunnen worden door de aanwezigheid van algen en wieren in de kuip.

[1] Zoutgehalte is bepaald aan de hand van de EGV. 0,5 * 1000 * EC (mS/cm) Bron: Lenntech.nl

Algen en wieren produceren ook zuurstof, de metingen zijn echter vooral in de ochtend uitgevoerd waardoor de zuurstofgehalte lager is dan overdag. Daarnaast is te zien dat het zuurstofgehalte in Nieuwgraaf, zonder zuurstofpomp, redelijk stabiel is. Wel roepen de gegevens de vraag op of de meter goed gekalibreerd is, aangezien een zuurstofpercentage van 40,2% in de Rhederlaag niet aannemelijk. Vaak is het zuurstofpercentage in dergelijk water namelijk 60% (interne data WRIJ).

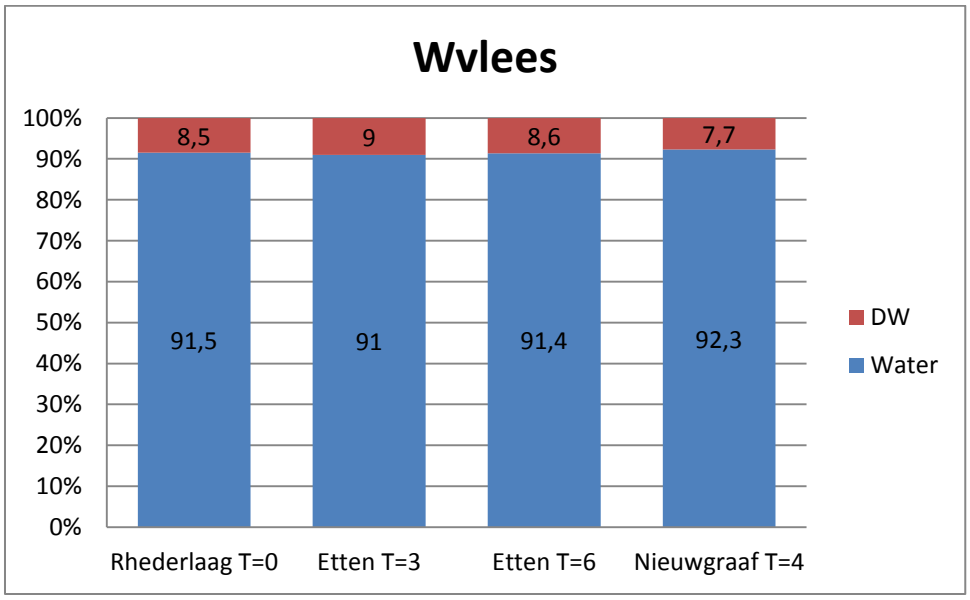


Figuur 5.1 Zuurstof in tijd per zuivering

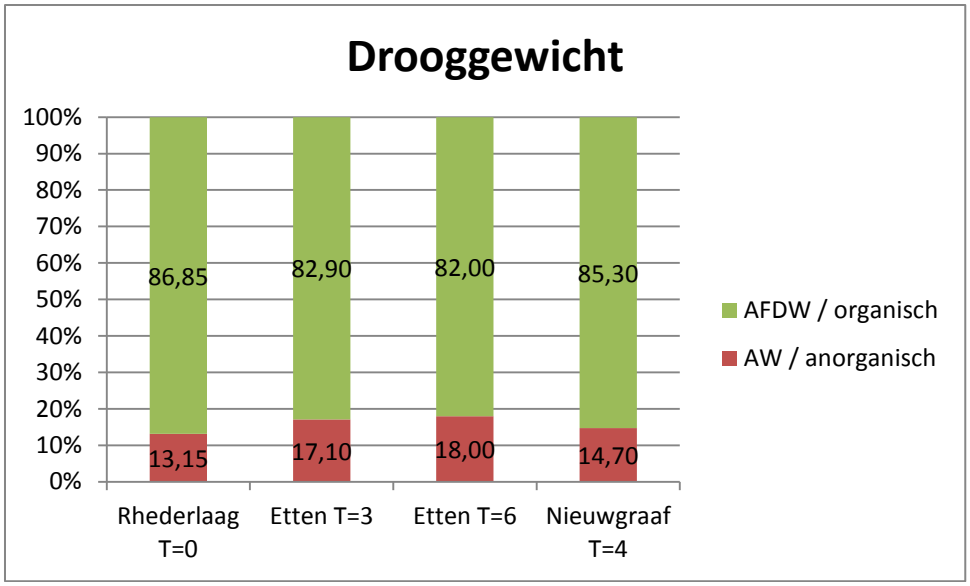
5.3. Conditie mosselen na blootstelling

In bijlage 5 is een tabel opgenomen waar alle gewichten in zijn opgenomen. Hierin is opgenomen: aantal mosselen per monster, Lschelp Wvers, gewicht schelpen, Wvlees, Wvlees gemiddeld, vleespercentage, gehalte water en BMI. Sommige van deze parameters zijn niet opgenomen in deze paragraaf, omdat ze niet kunnen worden vergeleken met elkaar. Wel geven deze parameters een beeld van de monster kwaliteit en kwantiteit.

Figuur 5.2, figuur 5.3 en tabel 5.3 geven de percentages weer per monster per RWZI.



Figuur 5.2 Percentage water en drooggewicht ten opzichte van Wvlees



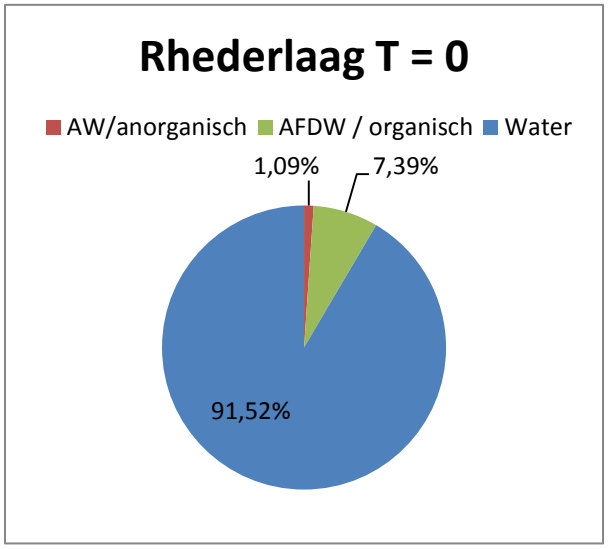
Figuur 5.3 Drooggewicht bestaande uit: percentage asvrijdrooggewicht (AFDW) en asgewicht (AW)

		Rhederlaag T = 0	Etten T = 3	Etten T = 6	Nieuwgraaf T = 4
Water	%	91,5	91,1	91,4	92,4
Organisch	%	7,4	7,4	7,1	6,4
Anorganisch	%	1,1	1,5	1,5	1,2
Totaal	%	100	100	100	100

Tabel 5.3 Overzicht opbouw mosselvlees totaal

5.3.1. Rhederlaag

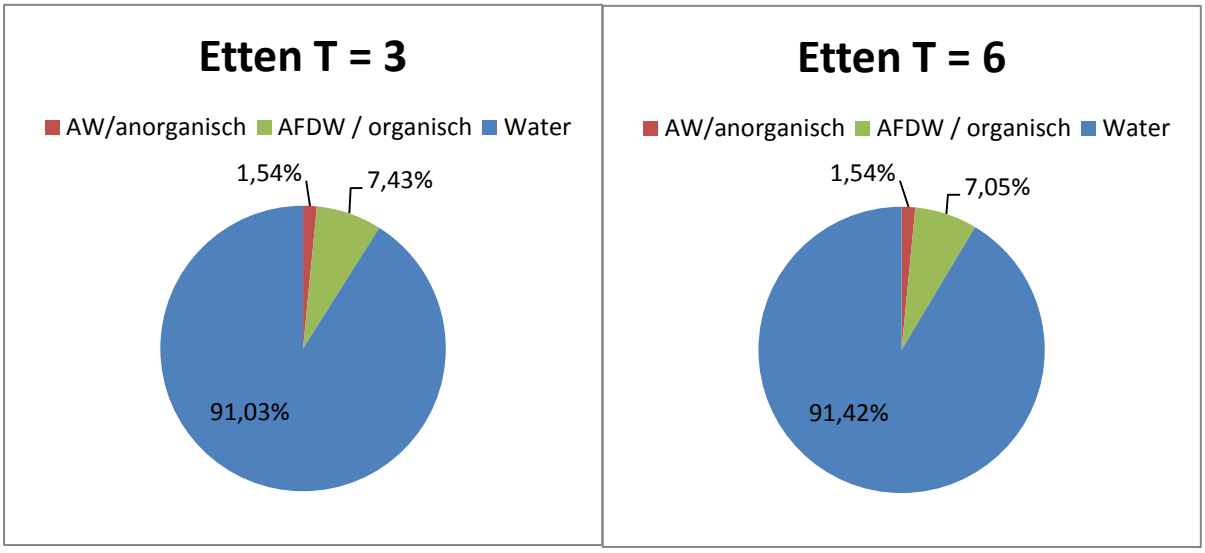
De mosselen zijn opgedoken uit de Rhederlaag, deze dienen dus als referentie (T = 0). Figuur 5.4 illustreert de opbouw van het mosselvlees (Wvlees).



Figuur 5.4 Weergave opbouw mosselvlees totaal in Rhederlaag T = 0

5.3.2. Etten

In de eerste twee weken is de pomp, welke het water ververst, enkele keren uitgevallen. Dit lijkt geen consequenties te hebben gehad voor de mosselen. Gedurende de blootstellingperiode van 6 weken zijn geen mosselen overleden. Figuur 5.5 geeft de opbouw van Wvlees aan voor T = 3 en T = 6.



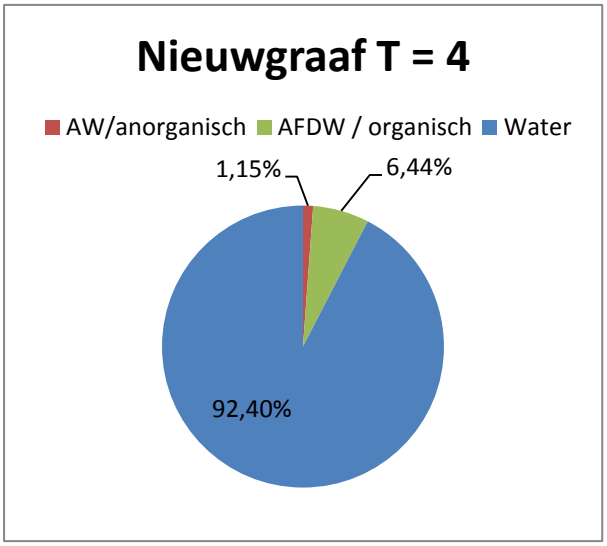
Figuur 5.5 Weergave opbouw mosselvlees totaal in Etten T = 3 en T = 6

De verschillen zijn verwaarloosbaar aangezien het om geringe stijgingen en dalingen gaat welke niet duidelijk aantoonbaar zijn, daarbij dient er rekening te worden gehouden met meetonnauwkeurigheden.

Hieruit blijkt dat de mosselen in Etten niet in conditie achteruit gegaan zijn.

5.3.3. Nieuwgraaf

Omdat de testopstelling simpel was, zijn er geen mankementen opgetreden in de testopstelling. In Nieuwgraaf hadden de mosselen tijdens de halftijd bemonstering (T = 4) al broze schelpen welke erg wit waren (schilfering van periostracum), ook was ongeveer de helft al overleden. Bij het ophalen van de mosselen voor de eindbemonstering (T = 6) bleken alle mosselen overleden te zijn. Daarom zijn alleen de resultaten van de halftijd meting (T = 4) gepresenteerd. Figuur 5.6 geeft de opbouw van Wvlees weer.



Figuur 5.6 Weergave opbouw mosselvlees totaal in Nieuwgraaf T = 4

Het organische materiaal is met 1% afgenomen ten opzichte van de referentiemosselen. Er is geen herhaling om te bepalen of de trend doorzet. Wel kan hieruit voorzichtig worden geconcludeerd dat de mosselen hebben ingeteerd op reserves door een voedseltekort.

Dat alle mosselen in Nieuwgraaf uiteindelijk zijn overleden heeft naar alle waarschijnlijkheid te maken met de testopzet. De broosheid van de schelpen kan komen doordat er te weinig zuurstof aanwezig is in het water. Zuurstoftekort kan ontstaan door de fijne maas van het netje waarin de mosselen zijn geplaatst, waardoor er te weinig doorstroming was van effluent welke zuurstof en voeding aanlevert. Ook kunnen bepaalde slakjes het periostracum aantasten. (Pers. comm. dr. W. Lengkeek)

Zoals te zien is in de tijdlijn (tabel 5.1) zijn de mosselen in Nieuwgraaf een week later opgehaald dan in Etten. In theorie zouden de mosselen in Nieuwgraaf dan meer tijd hebben gehad in gewicht toe of af te nemen. Maar het afgenomen gewicht van de mosselen in Nieuwgraaf is zo duidelijk ten opzichte van Etten dat een week niet veel verschil gemaakt kan hebben.

5.3.4. Winterswijk

Toen de mosselen werden opgehaald voor de halftijd bemonstering (T = 3) in Winterswijk bleken alle mosselen overleden te zijn. Dit heeft met de testopzet te maken. De pomp, welke in het effluent is gehangen, is net voor T = 3 stukgeslagen bij de overstortdrempel van het effluent. Hierdoor is het water, in de speciekuip met mosselen, onvoldoende ververst. Doordat koel effluent onvoldoende is aangevoerd in de testopstelling kan de watertemperatuur flink zijn toegenomen in de namiddag. Waardoor de hoge watertemperatuur de reden van overlijden kan zijn. De exacte watertemperatuur is echter niet gemeten.

5.4. Conclusie

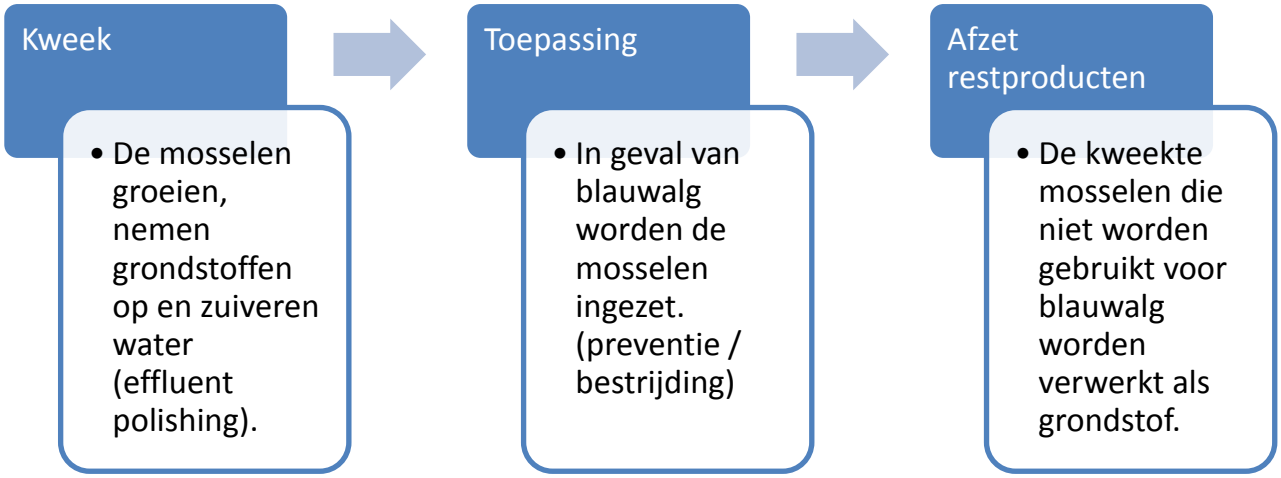
In Etten heeft de testopstelling goed gefunctioneerd, de mosselen zijn in leven gebleven en zijn niet in conditie achteruit gegaan. De mosselen in Nieuwgraaf en Winterswijk zijn (uiteindelijk) allemaal overleden, dit is te verklaren door defecten in de testopzet. De verwachting is dat mossels bij een juiste testopstlling kunnen leven in effluent. Er zijn geen aanwijzingen dat er onvoldoende voedsel is.

Uit de tests kan dus geconcludeerd worden dat bij de pilot en kweek vooral gelet moet worden op zuurstofconcentraties en doorstroming/verversing van effluent in de pilotopzet. Ook is het belangrijk dat de watertemperatuur laag blijft, om sterfte te voorkomen.

6. De afzetmarkt

Dit hoofdstuk zal ingaan op de toepasbaarheid voor de gekweekte *Dreissena*. Er worden mogelijkheden voor een afzetmarkt van te winnen grondstoffen beschreven. Daarnaast wordt er ingegaan op de te verwachten verontreinigingen in de *Dreissena* die een toepassing of de afzet bemoeilijken. Dit geeft antwoord deelvragen 4,5 en 6.

Voor een zelfonderhoudend systeem is het verstandig om de afzet van het restproduct te verkennen. Wanneer de teveel gekweekte mosselen of mosselen na gebruik niet tegen lage kosten kunnen worden afgezet dan is een kweek niet rendabel. Het meest ideaal is dat de afzet geld genereert waarmee de kweekkosten kunnen worden verrekend. Daarnaast zorgt de afzetmarkt ervoor dat de *Dreissena* populatie in de RWZI gehandhaafd blijft. Figuur 6.1 geeft het beoogde proces weer.



Figuur 6.1 Stroomdiagram beoogd proces

6.1. Toepasbaarheid

De *Dreissena* mosselen kunnen worden ingezet ter preventie en bestrijding van blauwalg. Op het moment van schrijven loopt er een onderzoek in de Linievijver in Breda onder leiding van *Waterschap Brabantse Delta*. Tijdens deze proef is het doorzicht verbeterd en is de algenpopulatie, inclusief blauwalgen, afgenomen. Er is nog geen duidelijke afname van toxines waargenomen van blauwalgen (Waaijen, 2013).

Daarnaast zouden de mosselkratten in effluent van een RWZI kunnen functioneren als biologisch filter. Hierover is nog geen literatuur beschikbaar en er zijn geen referenties. Deze toepassing moet verder onderzocht worden. Waterschap Rijn en IJssel en *Bureau Waardenburg bv.* verkennen momenteel de mogelijkheden om dit te onderzoeken.

6.2. Afzetmarkt

Om de afzetmarkt in kaart te brengen is het noodzakelijk om te inventariseren uit welke stoffen de mossel bestaat zodat er gericht gezocht kan worden.

Het RIVM heeft een Nederlands voedingsstoffenbestand (NEVO) opgesteld waar de consumentenmosselen (*Mytilus edulis*) in zijn opgenomen (zie bijlage 6). Daarnaast kan de schelp, die uit kalk bestaat, als grondstof beschouwd worden. Er wordt aangenomen dat de *Dreissena* ongeveer gelijke voedingsstoffen/bestandsdelen kennen. Opvallende voedingsstoffen van mosselen die, mogelijk na verder onderzoek, gewonnen kunnen worden als grondstof uit *Dreissena* zijn:

- Dierlijke eiwitten 17,2 gr per 100 gr
- Vetzuren 2,8 gr per 100 gr
  (1 gr onverzadigd (enkelv. verzadigd 0,9 gr, meerv. verzadigd 0,9 gr))
- Calcium 67 mg per 100 gr, vooral de schaal is een belangrijke calcium bron.

Nu bekend is welke stoffen de *Dreissena* bevatten is het mogelijk om de afzetmarkt voor deze stoffen in kaart te brengen. De afzetmarkt is verkend via literatuur, een netwerkbijeenkomst georganiseerd door het waterschap en via het informeren bij mosselkwekers voor de consumentenmarkt.

6.2.1. "Konijn met bier"

Tijdens de bijeenkomst "konijn met bier" georganiseerd door Waterschap Rijn en IJssel en *The social innovation foundation* op 24 juni jongstleden waren diverse marktpartijen aanwezig. Dit was een gelegenheid om in contact te komen met ondernemers en kennisinstellingen. Hierbij waren aanbieders en vragers van grondstoffen aanwezig, om samen te kunnen bepalen wat noodzakelijk is om de kansen te realiseren. Voor dit project zou het kunnen betekenen dat er duidelijkheid ontstaat over de voorwaarden waaraan de mosseloogst moet voldoen, in hoeveelheden en kwaliteit.
Hierbij aanwezig waren onder andere:

- Vitens
- Wageningen University and Research
- Land- en Tuinbouw Organisatie
- Groot Zevert Vergisting BV

Uit deze bijeenkomst kwamen geen oplossingen voor de verwerking van de restmosselen. Het is, in dit stadium, nog niet bekend wat de mosselen kunnen leveren qua grondstoffen en in welke hoeveelheden.

Wel kwam uit deze bijeenkomst een producent van bioplastics naar voren, welke biologisch afbreekbaar materiaal maakt. Dit kan schelen in afval wanneer bijvoorbeeld de mosselenkratten uit dit materiaal vervaardigd worden.

6.2.2. Afzetmarkt restproducten consumentenmosselen

De *Dreissena* mosselen zijn niet voor menselijke consumptie geschikt. De mosselen zijn een stuk kleiner dan de *Mytilus edulis* en aangezien de *Dreissena* wordt gekweekt in effluent bestaat de kans op contaminatie wat niet gezond is voor de volksgezondheid.

De consumentenmosselen (*Mytilus edulis*) worden voornamelijk gekweekt in de Oosterschelde en de Waddenzee. Om na te gaan wat er met restproducten van de consumentmosselen gebeurt, is er contact opgenomen met dhr. Holstein van de *Producentenorganisatie van de Nederlandse mosselcultuur* en mevr. van der Linden van het *Mosselkantoor, Productschap vis*, beide gevestigd in Yerseke.

Hieruit kwamen de volgende conclusies:

- Lege schelpen en ondermaatse mosselen worden terug gestort in de Oosterschelde, afvoeren is in de meeste gevallen te duur.
- Schone gekookte schelpen uit de conservenindustrie worden gebruikt als oestercollectoren (De oesters worden op de gekookte schelpen gekweekt, de mosselschelpen verdwijnen doordat deze broos zijn geworden door het kookproces).
- Daarnaast kunnen schone gekookte schelpen dienen als sieraad of als kalk bron.
- Composteren kan niet omdat de mosselen zout zijn en daardoor te lang duurt.
- In de toekomst is vergisten misschien een optie.

Dit betekent voor de *Dreissena* dat de mosselen eerst een sanitatatieproces moeten ondergaan voordat het kan worden ingezet als kalkbron of veevoer. Composteren of vergisten zou een optie zijn, *Dreissena* is immers niet zout, ware het niet dat dit vaak duurder is dan wat het oplevert.

6.2.3. EU-Verordening

Bij de genoemde stoffen in paragraaf 6.2. gaat het om dierlijke (rest)producten waar een EU-verordening op rust, de verordening 1069-2009. Deze handelt vooral over de (volks)gezondheid met betrekking tot de voedselketen en infectieziekten zoals BSE en MKZ. Hierdoor is het moeilijk om de *Dreissena* te gebruiken als veevoer of kunstmest, tenzij de mosselen eerst een sanitatie behandeling ondergaan, zoals koken.

Andere projecten met dezelfde intentie zoals algen- en eendenkroosproductie, deze verminderen ook watereutrofiëring, kennen een brede toepasbaarheid en dus ook een afzetmarkt, aangezien dit planten(resten) zijn waarop geen verordening rust.

6.2.4. Afzetmarkt ten behoeve van blauwalg preventie en bestrijding

Uit communicatie met dr. W. Lengkeek bleek dat er veel geïnteresseerde partijen zijn welke graag *Dreissena* afnemen ten behoeve van blauwalg preventie en bestrijding. Hierbij is te denken aan waterschappen en gemeente welke natuurlijk water in beheer hebben. Maar ook particulieren die grote vijvers bezitten hebben interesse getoond voor de mosselen, om de waterkwaliteit en doorzicht van de vijvers te verbeteren. Hierdoor is het op dit moment nog niet noodzakelijk om commerciële partijen te benaderen voor de afzet van restproducten. Daarnaast worden de kratten met *Dreissena* in het water geplaatst met de intentie dat de kratten niet meer verwijderd worden, hierdoor ontstaan er geen restproducten.

6.3. Opgenomen stoffen door mosselen

Wanneer mosselen (verontreinigende) stoffen opnemen uit effluent kan dit de toepassing en/of afzetmarkt belemmeren. Om te bepalen of de mosselen stoffen opnemen uit effluent is er gekozen voor een literatuurstudie in plaats van een labanalyse. Een labanalyse was met de huidige testopzet niet mogelijk omdat er onvoldoende monstermateriaal beschikbaar was, er te weinig tijd was voor chemische analyses en omdat de mosselen niet in een reactor zijn geplaatst waardoor het onduidelijk is op welke stofgroepen geanalyseerd moest worden.

De Kort en Kools (2009) hebben, in opdracht van *STOWA*, een inventarisatie gemaakt van stoffen welke voorkomen in effluent. De stoffen welke zijn geïnventariseerd zijn Prioritaire en Prioritair Gevaarlijke KRW-stoffen, de Lijst 1 stoffen van de Gevaarlijke Stoffenrichtlijn (76/464/EEC; nu 2006/11/EC), de stroomgebied relevante KRW-stoffen van Rijn, Maas, Schelde en Eems en de E-PRTR-lijst (European Pollutant Release and Transfer Registration). (Zware)metalen zijn buiten beschouwing gelaten. De metingen vonden plaats tussen 1-1-2000 en 1-6-2008.

Stoffen die boven de rapportagegrens zijn aangetroffen, in effluent, zijn opgenomen in een totaaltabel (zie bijlage 7A). Hierbij is tevens aangegeven of de stoffen KRW prioritair (gevaarlijk) zijn, worden opgenomen door mosselen, verboden zijn in Nederland en hoe vaak de stoffen, procentueel gezien, voorkomen in de metingen. Of de mosselen de stoffen opnemen is bepaald door middel van richtlijnen, voor chemische monitoring in biota, die zijn opgesteld door de EC (2010).

Totaal aantal stoffen in effluent	46
Waarvan KRW prioritair	30
Waarvan KRW prioritair gevaarlijk	13
Totaal opgenomen door mosselen	21

Alle KRW prioritair gevaarlijke stoffen kunnen accumuleren in de mosselen (Zie bijlage 7B).

De volgende stofgroepen kunnen worden opgenomen door mosselen en daarom is het belangrijk om op de volgende stofgroepen te monitoren:

- Benzenen
- Brandvertragers
- Fenolen
- PAK's
- Ftaleten
- Zware metalen

De KRW prioritaire stoffen die waarschijnlijk niet accumuleren in de biomassa van mosselen zijn gepresenteerd in bijlage 7B. Opvallend in de tabel is diuron. Deze stof is verboden in Nederland maar komt wel in 94.8 % van de metingen voor in effluent. De metingen hebben plaatsgevonden tussen de jaren 2000 en 2008 en diuron is verboden per 2007 waardoor het tijdens de metingen nog gebruikt mocht worden. Verwacht wordt dat inmiddels het voorkomen, procentueel gezien, flink gedaald is. Hetzelfde geldt voor atrazine en simazine, die inmiddels ook verboden zijn.

6.4. Conclusie

Voor de mosselkweek is een waardevolle toepassing mogelijk, namelijk als biologisch filter ter preventie en bestrijding van blauwalg. Een toepassing als biologisch filter is interessant, maar moet nog onderzocht worden. De afzet van restmateriaal lijkt moeilijk door de EU-verordening en de informatie uit de consumentenkweek. Mosselen dienen gekookt te worden, om ze te saniteren, alvorens de mosselen gebruikt kunnen worden. Mosselen bevatten waardevolle grondstoffen als calcium (kalk), dierlijke eiwitten en vetzuren. Er is echter nader onderzoek nodig naar verwerkingsmogelijkheden die passen bij de EU verordening. Uit de literatuurstudie blijkt dat mosselen tijdens de kweek een aantal stoffen kunnen opnemen, uit effluent, welke voorkomen in volgende stofgroepen: benzenen, brandvertragers, fenolen, pak's, ftaleten en zware metalen.

7. Pilot richtlijnen

In dit hoofdstuk wordt toegelicht wat essentieel is voor een geslaagde pilot op basis van de test resultaten. Dit zal deelvraag 7 beantwoorden.

De vragen welke beantwoord moeten worden tijdens de pilot zijn als volgt:

1. Hoe is het gesteld met de conditie van de mosselen in een grotere testopstelling?
2. Planten de mosselen zich voort in het voorjaar?
3. Raken de mosselen, welke in het effluent zijn geplaatst, gecontamineerd met schadelijke stoffen, waardoor de toepassing en afzet bemoeilijkt worden?
4. Financiële aspect:
    a. Wat kost de kweek?
    b. Wat levert de kweek aan biomassa op?
    c. Wat levert de toepassing betreffend blauwalgen op?
    d. Levert de afzet geld op, met betrekking tot vergisten, of kost het alleen geld?

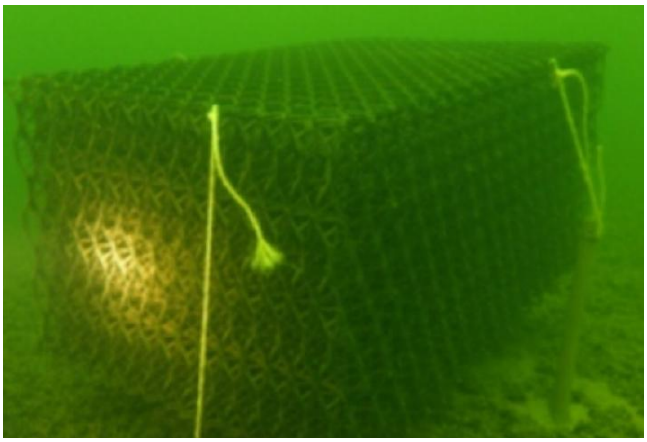
7.1. Pilot opzet

Om deze vragen te beantwoorden wordt er een partner bij betrokken die ervaring heeft met het kweken van mosselen en kennis heeft van de voortplanting van mosselen. *Bureau Waardenburg bv.* is een marktpartij welke inmiddels interesse heeft getoond in een samenwerking.

Het is aan te bevelen om de pilot nog niet op grote schaal op te zetten. Een goede schaalgrootte zou een slibcontainer kunnen zijn. Het effluent kan hier doorheen gepompt worden onder gecontroleerde condities. Voordelen hiervan zijn:

- Het zuurstofgehalte kan bij een kleine schaalgrootte makkelijker op niveau gehouden worden.
- De instroom en uitstroom kan makkelijk bemonsterd worden.
- De mosselen kunnen goed gemonitord en geoogst worden.
- Daarnaast kunnen de mosselen zich nog niet in een effluentsloot verspreiden, waardoor een eventuele voortplanting in eerste instantie onopgemerkt blijft.

Om snel resultaat te krijgen wordt aanbevolen om bestaande mosselkratten (met jonge mosselen) uit te zetten in de testopzet. De groei kan dan gevolgd worden. Een voorstel van *Bureau waardenburg bv*. is om te starten met 5 kratten, zie figuur 7.1. Deze kratten zijn 1,0 x 0,5 x 0,5 meter (l x b x d). De mosselkratten worden verankerd aan de bodem. Per 1 m^3 kunnen 2 kratten geplaatst worden. Voor 5 kratten is dus minimaal een ruimte van 2,5 m^3 nodig.



Figuur 7.1 Mosselkrat gepatenteerd door Bureau Waardenburg bv.
Bron: Bureau Waardenburg bv.

De belangrijkste omgevingsfactoren, die gecontroleerd moeten worden, zijn:

- Doorstroming
  Maximaal 80 cm/s. Wanneer de stroming te sterk is kunnen de mosselen onvoldoende filtreren en laat het periostracum (buitenste beschermlaag van de schelp) los. Daarnaast moet de doorstroming niet stil komen te vallen. (Zie hoofdstuk 2)
- Zuurstofgehalte
  Uit literatuur blijkt dat het minimum op de 5,5 mg/L ligt, maar uit de tests bleek dat rond de 4 mg/L ook voldoende is. (Zie hoofdstuk 5)

Aanbevolen wordt om de testopstelling regelmatig te monitoren op overleving en gedrag. In het voorjaar kan bepaald worden of de mosselen zich ook voortplanten. Daarnaast kan, in een deel van deze mosselen, gemonitord worden op de aanwezigheid van contaminanten. Het wordt aanbevolen om voor deze analyses contact op te nemen met het laboratorium van de *Waterdienst*. Zij hebben ervaring het opwerken en analyseren van mosselmonsters vanuit hun biotamonitoring (Glorius en Kotterman, 2011).

7.2. RWZI Nieuwgraaf

Voorgesteld wordt om de vervolgpilot bij RWZI Nieuwgraaf uit te voeren. Deze ligt centraal ten opzichte van kantoor en opleidingsinstellingen, als Hogeschool Van Hall – Larenstein, waarvandaan studenten kunnen bijdragen aan het project. RWZI Nieuwgraaf loost effluent op de IJssel, waar *Dreissena* al voorkomt. Er is daar dus geen sprake van een mogelijk verspreidingsrisico van een exoot. De RWZI is altijd bemand waardoor het makkelijker wordt de testopstelling regelmatig te controleren.

De pilot plaatsvinden in de effluentsloot (zie figuur 7.2) welke effluent verzamelt van de verschillende nabezinktanks.

Figuur 7.2 Effluentsloot in Nieuwgraaf op diverse locaties

Ook is in Nieuwgraaf een conische tank, een oude nabezinktank, beschikbaar (zie figuur 7.3). Hier kunnen de mosselen geïsoleerd worden geplaatst. Deze tank wordt nu nog incidenteel gebruikt wanneer er calamiteiten dreigen, door verkeerde lozingen vanuit (chemische) bedrijven.

Figuur 7.3 Conische tank op Nieuwgraaf

7.3. Conclusie

De pilot kan plaatsvinden op RWZI Nieuwgraaf. Tijdens de pilot wordt gebruikt van zowel driehoeksmosselen als quaggamosselen, welke worden geënt op kratten van *Bureau Waardenburg bv.* Op de pilot locatie kunnen de mosselkratten worden geplaatst in een leegstaande tank of in een slibcontainer welke kunnen dienen als reactoren. Zuurstofgehalte en doorstroming zijn belangrijke omgevingsfactoren waar op gelet moet worden bij de pilotopstelling. Er wordt aanbevolen om de testopstelling regelmatig te monitoren op overleving en gedrag. In het voorjaar kan bepaald worden of de mosselen zich ook voortplanten. In een deel van de mosselen kan gemonitord worden op de aanwezigheid van contaminanten.

8. Conclusie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk is de conclusie gepresenteerd op basis van de onderzoeksresultaten eerder in dit rapport. Ook aanbevelingen op basis van de onderzoeksresultaten zijn hier gepresenteerd.

8.1. Conclusie

Uit de testresultaten is het aannemelijk dat de *Dreissena* kunnen overleven in effluent. Er is een pilot nodig om te bepalen of er een zelfonderhoudende kweek mogelijk is. Deze pilot wordt op basis van de *Dreissena* mosselen (driehoeksmosselen en quaggamosselen) uitgevoerd. Uit onderzoek bleek dat effluent geschikt water is voor de kweek van mosselen, wel dient er rekening te worden gehouden met de zuurstofconcentratie van effluent wat een kritieke parameter is voor mosselen.

De tests vonden plaats in Etten, Nieuwgraaf en Winterswijk. De pilot kan het beste plaatsvinden in Nieuwgraaf omdat deze locatie de ruimte bieden voor de pilot en kweek. Daarnaast is de reistijd tot het hoofdkantoor in Doetinchem acceptabel. Hierbij zijn vooral de doorstroomsnelheid en zuurstofgehalte belangrijke parameters.

Voor een zelfonderhoudende kweek is het noodzakelijk om een afzetmarkt te hebben voor restproducten. In de beginfase van de eventuele kweek worden er weinig tot geen restproducten verwacht aangezien er veel vraag is voor de mosselen door zowel particulieren als beheerders van stads- en zwemwater. De toepasbaarheid van de mosselen zal dan ook vooral gecentreerd zijn op blauwalgproblematiek in water. Grondstoffen die mogelijk gewonnen kunnen uit mosselen zijn: calcium, dierlijke eiwitten en vetzuren.

De *Dreissena* zou verontreinigen op kunnen nemen uit het effluent. Uit literatuuronderzoeken lijken de volgende veel voorkomende stofgroepen in effluent te kunnen voorkomen, en kunnen bio accumuleren in de mosselen: benzenen, PBDE's, fenolen, PAK's, ftalaat en zware metalen. Er is te weinig informatie om in te kunnen schatten wat de precieze bioaccumulatie is en of dit een probleem gaat vormen bij de toepassing als biologisch filter of verwerking.

8.2. Aanbevelingen

8.2.1. Verspreiding

Aangezien zowel de driehoeksmossel als de quaggamossel exoten zijn dient er verder onderzoek plaats te vinden, om te voorkomen dat de *Dreissena* wordt uitgezet in gebieden waar ze nog niet voorkomen. Dit heeft zowel betrekking op de kweek als op de plaatsing ten behoeve van blauwalg.

8.2.2. Contaminatie

Mosselen kunnen verontreinigen uit effluent opnemen. Hierdoor kan het water waarin de mosselen worden geplaatst gecontamineerd raken. Ook kan de afzetmarkt bemoeilijkt worden wanneer de mosselen gecontamineerd zijn. Hier dient zorgvuldig op gemonitord te worden.

8.2.3. Wet- en regelgeving

Omdat de kweek wordt uitgevoerd met dierlijke producten rusten hier enkele EU-verordeningen op. Ook dient er rekening te worden gehouden met nationale wet- en regelgeving. Aan te raden is om hier extra onderzoek naar uit te voeren alvorens de mosselen op de markt gebracht worden.

8.2.4. Biologisch filter

Zoals eerder vermeld kan de *Dreissena* bijdragen aan de waterkwaliteit, door de mosselen in te zetten als biologisch filter. Hier is geen aandacht aan besteed tijdens dit onderzoek. Wanneer de

mosselen, tijdens de pilot, worden geanalyseerd op verontreinigingen, kan dit tevens bijdragen aan de vraag of de mosselen kunnen worden ingezet als biologisch filter.

8.2.5. Mosselen plaatsen

Voordat de mosselen geplaatst worden dient er te worden onderzocht of er binnenkort onderhoud plaatsvindt op de RWZI. Wanneer dit het geval is kan de waterzuivering uit bedrijf worden genomen waar onder andere ammoniumpieken bij kunnen ontstaan. Nu is het van te voren nooit te voorzien of en wanneer er schadelijke pieken ontstaan in de RWZI, maar wanneer dit voorkomen kan worden is dat uiteraard beter.

8.2.6. Monitoring

In dit rapport is er niet diep ingegaan op de mogelijkheden van de afzetmarkt. Dit omdat nog niet concreet is welke grondstoffen gewonnen kunnen worden. Daarbij is nog onbekend in welke hoeveelheden deze grondstoffen geleverd kunnen worden en wat de kwaliteit hiervan is. Hiervoor is tevens extra onderzoek aangeraden. Er dient te worden gemonitord of er sprake is van bioaccumulatie in de mosselen, of de mosselen gecontamineerd raken in effluent en of de stoffen schadelijk zijn voor stadswater. Wanneer dit het geval is, moet er worden bepaald of deze stoffen mobiel of immobiel zijn in water of de mosselen. Dit dient onderzocht te worden om te voorkomen dat de mosselen het stadswater verontreinigen.

Zoals blijkt uit hoofdstuk 6 kan de chemische analyse bestaan uit [2]: Benzenen, PBDE's, fenolen, PAK's, ftaleten en zware metalen

Wanneer mosselen worden getest in een laboratorium dient men voldoende materiaal op te sturen. Ga eerst na hoeveel gram drooggewicht minimaal nodig is voor de bepaling, de mosselen hebben ongeveer 6 – 8 % drooggewicht, waardoor er grote hoeveelheden nodig zijn voor analyses.

Daarbij is het raadzaam om één optische meter te gebruiken voor de monitoring van de watercondities. Deze is vaak beschikbaar op de RWZI zelf.

[2] Hierbij dient rekening te worden gehouden met het plaatselijk voorkomen van bepaalde verontreinigingen.

Bronvermelding

Geraadpleegde literatuur

Bij de Vaate, A. (2008). Ecologisch vergelijk tussen de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) en de quaggamossel (*Dreissena rostriformis bugensis*): een literatuurstudie. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad. Rapportnummer 2008/02

Birnbaum, C. (2011): NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – Dreissena polymorpha. From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org Geraadpleegd: april 2013.

DNR (2005) Aquatic Invasive Species; Zebra mussel. Factsheet From: Department of natural resources, Indiana http://www.in.gov/dnr/files/ZEBRA-MUSSEL.pdf Geraadpleegd: april 2013

EC (2010) Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC): Guidance Document No. 25. Guidance on chemical monitoring of sediment and biota under the Water Framework Directive. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. ISBN 978.92.79.16224.4

Faber, W. (1969) VITA MARINA — Zeebiologische documentatie januari 1969 — Weekdieren algemeen

Glorius, S.T. & Kotterman, M.J.J. (2011) Actieve biologische Monitoring Zoete Rijkswateren: microverontreinigingen in driehoeksmosselen – 2010. Imares rapport nummer C058/11.

Hiele, T. van der (2007) Optimaal en efficiënt voeren van mosselbroed in een nursery. Imares intern rapport nummer 07.009.

Jonge, M. de, Dardenne F., Blust R. & Bervoets L. (2012) Haalbaarheidsstudie biotanormen voor gevaarlijke stoffen: Onderbouwing meetstrategie voor de toetsing van biotanormen. Universiteit Antwerpen in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), Antwerpen, België.

Koese, B., Bruyne, R. de, Haaren, T. van. Nederlands soorten register http://www.nederlandsesoorten.nl/ Geraadpleegd: april 2013

Kort, T. de & Kools, S. (2009) KRW- en E-PRTR-stoffen in influent en effluent van rwzi's. Rapport en factsheets. Rapportnummer 2009-30. ISBN 978.90.5773.444.1

Mesel, I. de, Craeymeersch, J., Wijsman J., Gool, A. van (2009) Proefsuppletie Galgenplaat Oosterschelde. Monitoring effect op productiviteit van mosselpercelen. Imares rapport nummer C143/09.

Os, E. van, Kruijs, A. van de, Bomas, B., Poelman, M., Pater, M. de, Bokhoven, D. van (2012) Dutch water mining; Potentie van een zuiverend landschap van overvloed

RIVM (2012) Overige stoffen: Gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Dit document is opgesteld in het kader van het verschijnen van de Voortgangsrapportage Milieubeleid voor Nederlandse Prioritaire Stoffen.

Sophie, Y. (2012) Mogelijkheden van de inzet van driehoeksmosselen voor verbetering van de waterkwaliteit. Casestudy: Beheersgebied Hunze & Aa's

Waaijen, G. (2013) Platform waterschapsecologen Veendam. Waterschap Brabantse Delta

Wolfshaar, K.E. van de, Haasnoot, M. (2006) Deltares memo; Driehoeksmossel – Dreissena Polymorpha Geraadpleegd: april 2013 https://public.deltares.nl/display/HBTDB/Driehoeksmossel+-+Dreissena+polymorpha

Overige geraadpleegde websites

Lenntech.com Geraadpleegd: juni 2013
http://www.lenntech.com/applications/ultrapure/conductivity/water-conductivity.htm

RIVM Geraadpleegd: juni 2013
http://nevo-online.rivm.nl/ProductenDetailsGetabt.aspx?zoekstring=&tabid=1

Stichting Anemoon Geraadpleegd: april 2013
http://www.anemoon.org/anm/voorlopige-kaarten/kaarten-per-soort/zoetwatermollusken/nederlands/driehoeksmossel/

Google.nl
Google.nl/maps
Google.nl/scholar

Wikipedia.nl

Geraadpleegde personen

Naam	Instantie
Dhr. C. Petri	Waterschap Rijn en IJssel
Dhr. J. Holstein	Producentenorganisatie van de Nederlandse mosselcultuur
Mevr. A.D. van der Linden	Mosselkantoor, Productschap vis
Dr. W. Lengkeek	Bureau Waardenburg bv.

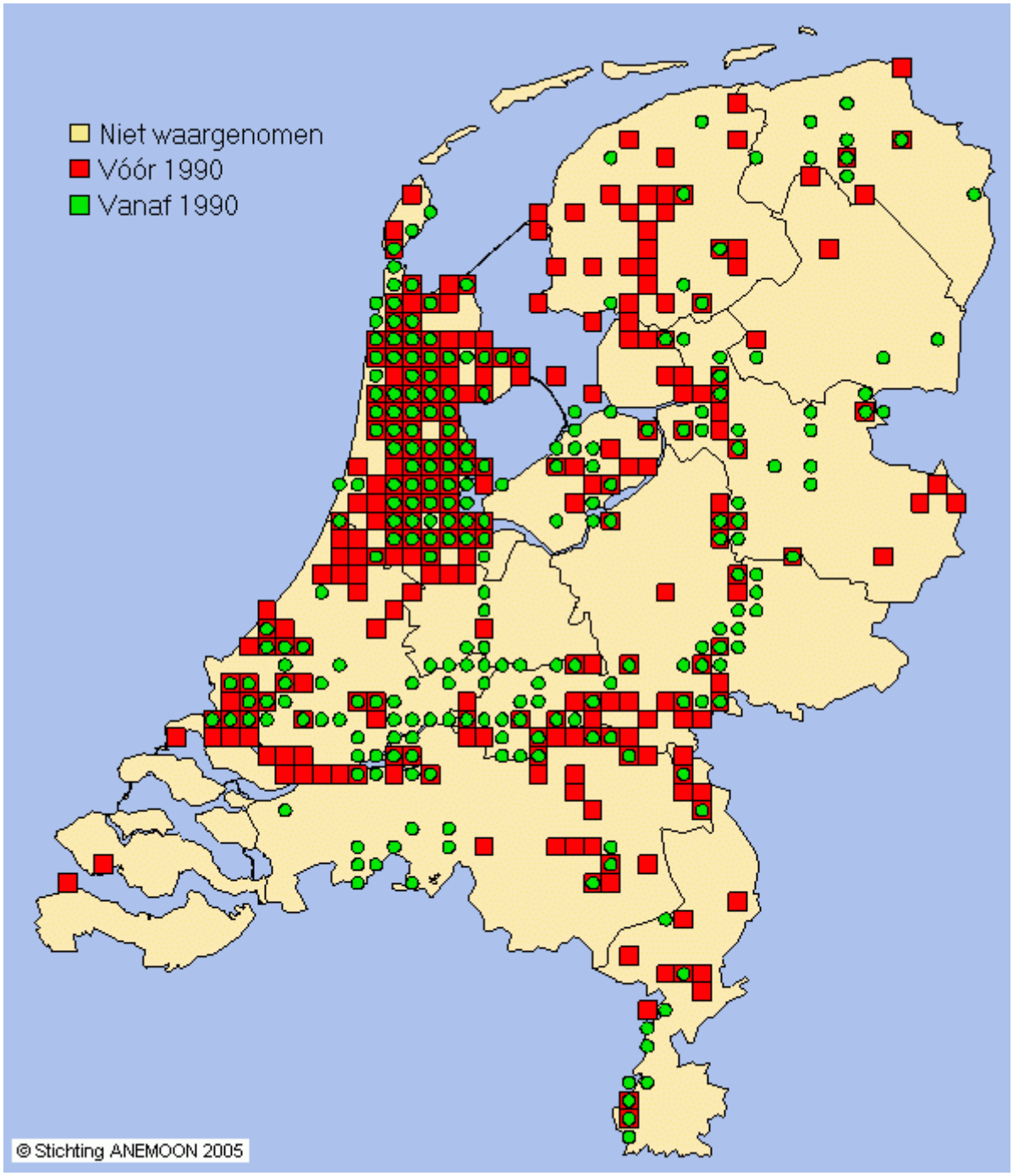
Geraadpleegde beleidsstukken

Beschikking Europese Commissie 2004/247/EG
Beschikking Europese Commissie 2004/248/EG
EU-verordening 1069-2009

Bijlagen

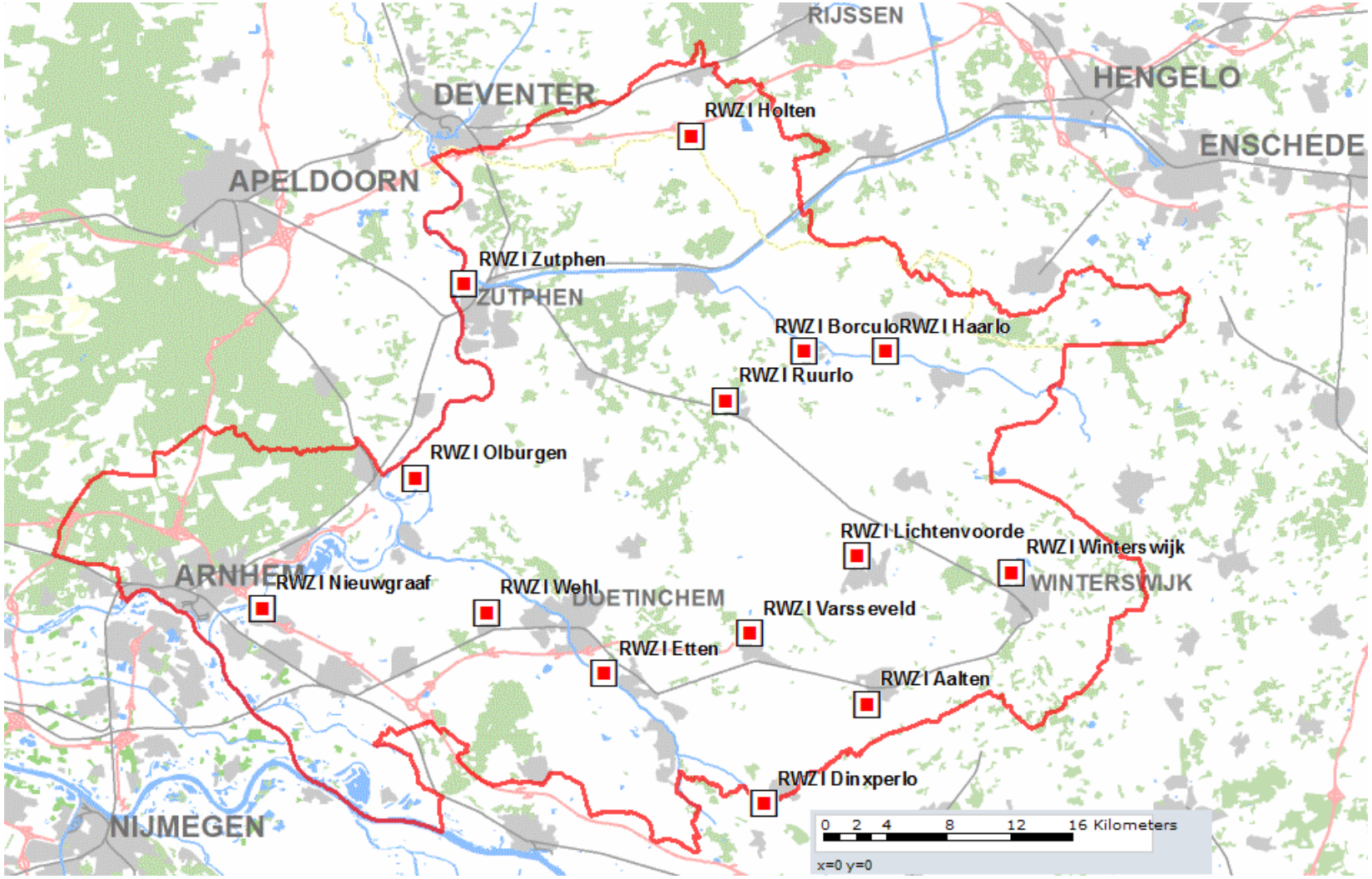
1 Verspreiding driehoeksmossel

De kaart geeft de verspreiding van de driehoeksmossel aan, weergegeven op een schaalniveau van 5 km x 5 km.



Bron: Stichting Anemoon, 2005

2 Overzichtskaart RWZI's in beheer van WRIJ

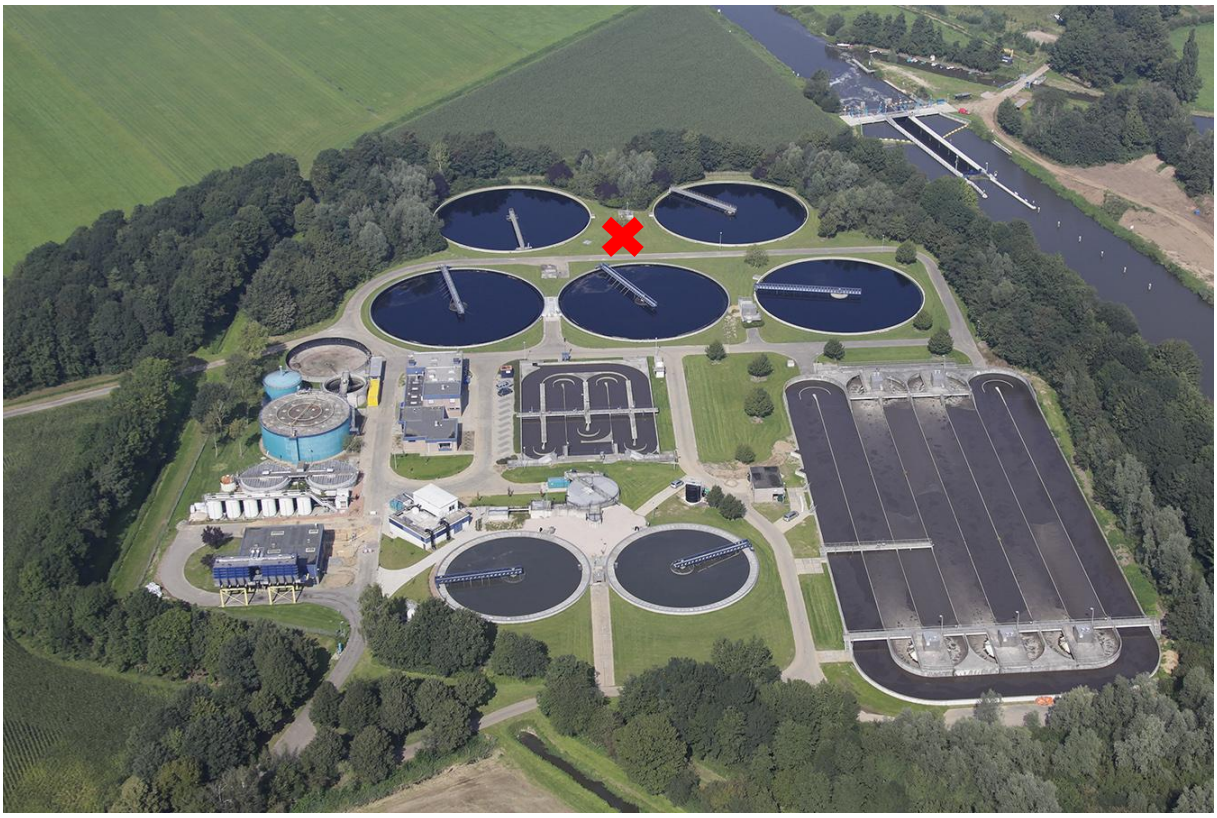


N.B. RWZI Borculo is opgeheven

3 Luchtfoto's RWZI testlocaties

✖ Geeft locatie aan

Etten



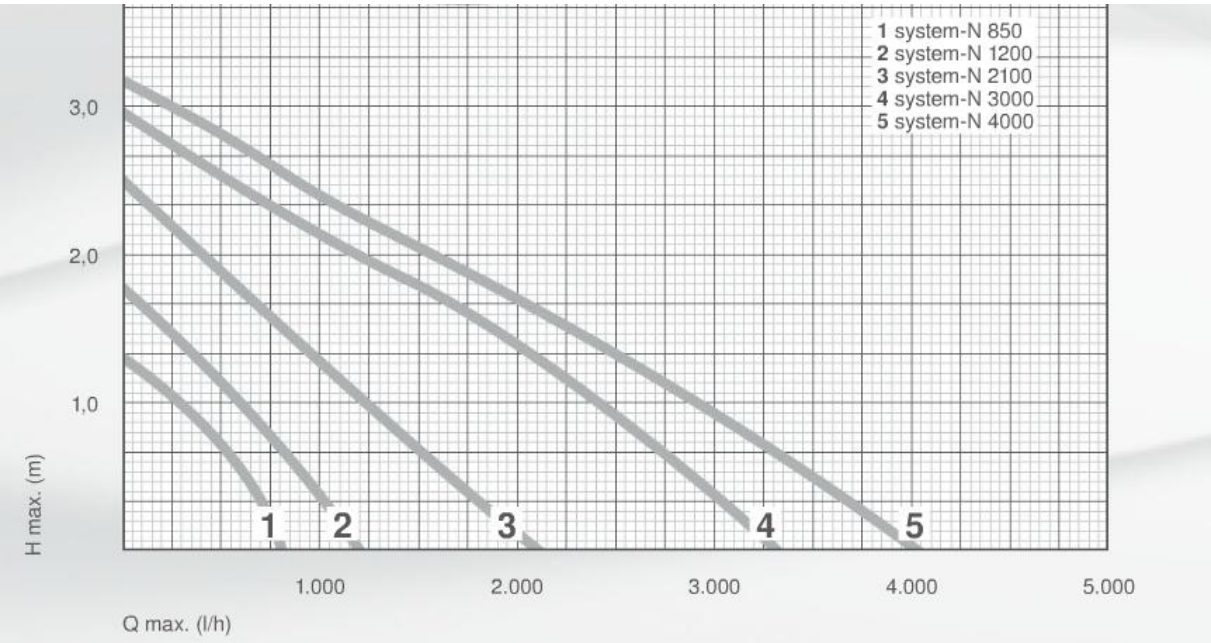
Nieuwgraaf (Bron: google.nl/maps)

Winterswijk

4 Specificaties vijverpomp

Vijverpomp van Messner, type: System-N 1200

	system-N 850	system-N 1200
Q max.	13 l/min 800 l/h	20 l/min 1.200 l/h
H max.	1,3 m	1,8 m
	15 W	25 W
	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz
H mm B L	170 x 172 x 110	170 x 172 x 110
	½″ bi	½″ bu
	Ø 13-14/19-20/25	Ø 13-14/19-20/25



5 Testresultaten

Kluit totaal	Monster	Monster	Lschelp	Lschelp gem	Wvers	Schelp	Wvlees	Wvleesgem	Vleespercentage	DW	DW	AW	AW	AFDW	AFDW	AFDW gem	Water	Water	BMI
aantal	aantal	totaal	(mm)	(mm)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(%)	(%)	(gr)	(%)	(gr)	(%)	(gr)	(gr)	(gr)	(%)	gemiddeld
Rhderlaag																			
6	6		>25																
9	9		20-25																
10	10		15-20																
15	15	40	<15	19	15,30	10,70	4,60	0,12	30,065	8,50	0,39	13,15	0,05	86,85	0,34	0,008	4,209	91,500	0,0013
Etten																			
14	14		>25																
29	14		20-25																
37	14		15-20																
57	14	56	<15	20	46,10	32,50	13,60	0,24	29,501	9,00	1,22	17,10	0,21	82,90	1,01	0,018	12,376	91,000	0,0023
23	23		>25																
45	39		20-25																
60	20	82	15-20	22	83,20	57,80	25,40	0,31	30,529	8,60	2,18	18,00	0,39	82,00	1,79	0,022	23,216	91,400	0,0021
Nieuwgraaf																			
10	8		>25																
33	22		20-25																
41	17		15-20																
8	7	54	<15	20	37,80	27,40	10,40	0,19	27,513	7,60	0,79	14,70	0,12	85,30	0,67	0,012	9,610	92,400	0,0015

Methode:

- Gewogen
- Bepaald in lab
- Berekend

6 Bestandsdelen mosselen (*Mytilus edulis*)

Bron: RIVM http://nevo-online.rivm.nl/ProductDetails.aspx

Product: Mosselen gekookt
NEVO-code: 111
Opmerking: Per 100g

Nutriëntgroep	Nutriënt	Eenheid	Gehalte
Energie en macronutriënten			
	Energie	kJ	527
	Energie	kcal	125
	Eiwit totaal	g	17.2
	Koolhydraten totaal	g	7.0
	Vet totaal	g	3.1
	Voedingsvezel totaal	g	0.0
	Alcohol totaal	g	0.0
	Water	g	70.7
	As	g	1.8
Eiwitten			
	Eiwit totaal	g	17.2
	Eiwit plantaardig	g	0.0
	Eiwit dierlijk	g	17.2
Koolhydraten			
	Koolhydraten totaal	g	7.0
	Mono en disacchariden totaal	g	0.0
	Polysacchariden totaal	g	7.0
	Glucose	g	0.0
	Fructose	g	0.0
	Lactose	g	0.0
	Maltose	g	0.0

Nutriëntgroep	Nutriënt	Eenheid	Gehalte
	Saccharose	g	0.0
	Polyolen totaal	g	0.0
Vetten			
	Vet totaal	g	3.1
	Som van de vetzuren	g	2.8
	Vetzuren totaal verzadigd	g	1.0
	Vetzuren totaal trans	g	0.0
	Vetzuren enkelv onverz cis	g	0.9
	Vetzuren meerv onverz	g	0.9
	Vetzuren n-3 meerv onverz cis	g	0.7
	Vetzuren n-6 meerv onverz cis	g	0.1
	Linolzuur (C18:2(n-6)cis)	g	0.0
	C18:3 n-3 cis (ALA)	g	0.02
	C20:5 n-3 cis (EPA)	g	0.39
	C22:6 n-3 cis (DHA)	g	0.26
	Cholesterol	mg	47.7
Vetzuren			
Verzadigd			
	C12:0	%	0.1
	C14:0	%	3.3
	C15:0	%	1.1
	C16:0	%	23.3
	C17:0	%	1.6
	C18:0	%	4.9
	C20:0	%	0.1
	C22:0	%	0.0
	C24:0	%	0.0
	Verz vetz rest	%	0.1
Enkelvoudig onverzadigd			

Nutriëntgroep	Nutriënt	Eenheid	Gehalte
	C14:1 cis totaal	%	0.1
	C16:1 cis totaal	%	10.9
	C18:1 cis totaal	%	7.7
	C20:1 cis totaal	%	10.2
	C22:1 cis totaal	%	4.7
	C24:1 cis totaal	%	0.0
Meervoudig onverzadigd			
	C18:2 n-6 cis (linolzuur)	%	0.9
	C18:3 n-3 cis (ALA)	%	0.9
	C18:3 n-6 cis	%	0.2
	C18:4 n-3 cis	%	1.3
	C20:2 n-6 cis	%	0.5
	C20:3 n-3 cis	%	0.0
	C20:4 n-6 cis	%	3.2
	C20:5 n-3 cis (EPA)	%	14.0
	C22:3 n-3 cis	%	0.0
	C22:4 n-6 cis	%	0.3
	C22:5 n-3 cis	%	1.0
	C22:6 n-3 cis (DHA)	%	9.3
Ongeïdentificeerd			
	Niet-geidentificeerde vetzuren	%	17.4
Mineralen en spoorelementen			
	Natrium	mg	387
	Kalium	mg	212
	Calcium	mg	67
	Fosfor	mg	231
	Magnesium	mg	63
	IJzer totaal	mg	3.9
	IJzer haem	mg	1.0

Nutriëntgroep	Nutriënt	Eenheid	Gehalte
	IJzer non haem	mg	3.0
	Koper	mg	0.17
	Selenium	ug	49
	Zink	mg	2.20
	Jodium	ug	124.7
Vitamines			
	Retinol activiteit equiv.(RAE)	ug	125
	Retinol equivalenten	ug	125
	Retinol	ug	124
	Beta-caroteen	ug	5
	Alfa-caroteen	ug	0
	Luteine	ug	173
	Zeaxanthine	ug	0
	Beta-cryptoxanthine	ug	0
	Lycopeen	ug	0
	Vitamine B1	mg	0.00
	Vitamine B2	mg	0.24
	Vitamine B6 totaal	mg	0.060
	Vitamine B12	ug	19.16
	Nicotinezuur	mg	1.6
	Folaat equivalenten	ug	33.6
	Folaat	ug	33.6
	Vitamine C	mg	0
	Vitamine D totaal	ug	0.0
	Vitamine E totaal	mg	2.1
	Alfa-tocoferol	mg	2.1
	Beta-tocoferol	mg	0.0
	Gamma-tocoferol		

7A Overzicht stoffen in effluent, KRW-stoffen en opname door *Dreissena*

Stoffen in effluent	Stofgroep	KRW Prioritair	Prioritair gevaarlijk	Opname mossel	verboden NL	% voorkomen in effluent
1,1'-biphenyl, 2,4,4'-trichloro-	PCB (polychloorbifenyl)					1,9
1,2,4-trichloorbenzeen	benzeen (onderdeel AOX)	x		x		2,1
2,3,4,2',4'-pentabroomdifenylether (pbde 85)	brandvertrager	x	x	x		18,5
2,4,5,2',4'-pentabroomdifenylether (pbde 99)	brandvertrager	x	x	x		22,2
2,4,6,2',4'-pentabroomdifenylether (pbde 100)	brandvertrager	x	x	x		18,5
4-chloor-2-methyl-fenoxyazijnzuur (mcpa)	bestrijdingsmiddel					65,7
4-nonylfenol (n-nonyl)	fenolen (hormoonverstorend)	x	x	x		1,5
4-nonylfenol (vertakt)	fenolen (hormoonverstorend)	x	x	x		13,5
Aldrin	bestrijdingsmiddel	x		x	x	0,8
Antraceen	PAK	x	x	x		1,9
AOX (ads org hal)	stofgroep (oa PCB, PBDE, aantal bestrijdingsmiddelen)					78,0
Atrazine	bestrijdingsmiddel	x			x	14,2
Bentazon	bestrijdingsmiddel					38,9
Benzeen	groepnaam benzeen	x				2,7
Benzo(a)pyreen	PAK	x	x	x		4,1
Benzo(b)fluorantheen	PAK	x	x	x		5,9
Benzo(g,h,i,)peryleen	PAK	x	x	x		4,9
Benzo(k)fluorantheen	PAK	x	x	x		2,2
Bis(2ethylhexyl)ftalaat	weekmaker (hormoonverstorend)	x		x		32,1
Bisfenol a	bisfenolen (hormoonverstorend)					43,6
Dichloormethaan	gebromeerde alifatische koolwaterstoffen	x				7,4
Dichloorvos	bestrijdingsmiddel				x	10,4

Stoffen in effluent	Stofgroep	KRW Prioritair	Prioritair gevaarlijk	Opname mossel	verboden NL	% voorkomen in effluent
Dieldrin	bestrijdingsmiddel	x		x	x	0,0
Dimethoaat	bestrijdingsmiddel					18,5
Diuron	bestrijdingsmiddel	x			x	94,8
Ethylbenzeen	benzeen (onderdeel AOX)					2,4
Fluorantheen	PAK	x		x		17,7
Hexachloorbenzeen	benzeen (onderdeel AOX)	x	x	x		1,7
Indeno(1, 2, 3-c, d)pyreen	PAK	x	x	x		5,4
Isoproturon	bestrijdingsmiddel	x				15,2
Mecoprop (mcpp)	bestrijdingsmiddel					68,4
Naftaleen	PAK	x		x		9,3
o,p-ddd	bestrijdingsmiddel			x	x	1,4
p,p-ddt	bestrijdingsmiddel	x		x	x	1,4
p/m/o xylenen	benzeen (dimethylbenzeen)					0,7
PAK -polycyclische aromatische koolwaterstof	stofgroep pak	x	x	x		9,7
PCB, 28,52,101,118,138,153,180	PCB					6,4
Pentachloorfenol	fenolen (hormoonverstorend)	x		x		46,4
Pyrazon / chloridazon	bestrijdingsmiddel					6,7
Simazine	bestrijdingsmiddel	x			x	35,0
Tetrabroombisfenol-a (mix)	fenolen (hormoonverstorend)					100,0
Tetrachlooretheen (PER)	gebromeerde alifatische koolwaterstoffen	x				1,0
Tolueen	benzeen derivaat					7,5
Trichlooretheen	chlooralkaan	x				1,0
Trichloormethaan (chloroform)	gebromeerde alifatische koolwaterstoffen	x				8,0
y-hch (lindaan)	bestrijdingsmiddelen				x	50,0

KRW stof opgenomen door mossel KRW stof niet opgenomen door mossel

7B Stoffen opname door *Dreissena*

Stoffen wel opgenomen door *Dreissena*:

Opgenomen stoffen	Stofgroep	Voorkomen (%)
1,2,4-trichloorbenzeen	benzeen (onderdeel AOX)	2,1
2,3,4,2',4'-pentabroomdifenylether (pbde 85)	brandvertrager	18,5
2,4,5,2',4'-pentabroomdifenylether (pbde 99)	brandvertrager	22,2
2,4,6,2',4'-pentabroomdifenylether (pbde 100)	brandvertrager	18,5
4-nonylfenol (n-nonyl)	fenolen (hormoonverstorend)	1,5
4-nonylfenol (vertakt)	fenolen (hormoonverstorend)	13,5
Aldrin	bestrijdingsmiddel	0,8
Antraceen	PAK	1,9
Benzo(a)pyreen	PAK	4,1
Benzo(b)fluorantheen	PAK	5,9
Benzo(g,h,i,)peryleen	PAK	4,9
Benzo(k)fluorantheen	PAK	2,2
Bis(2ethylhexyl)ftalaat	weekmaker (hormoonverstorend)	32,1
Dieldrin	bestrijdingsmiddel	0,0
Fluorantheen	PAK	17,7
Hexachloorbenzeen	benzeen (onderdeel AOX)	1,7
Indeno(1, 2, 3-c, d)pyreen	PAK	5,4
Naftaleen	PAK	9,3
p,p-ddt	bestrijdingsmiddel	1,4
PAK -polycyclische aromatische koolwaterstof	stofgroep pak	9,7
Pentachloorfenol	fenolen (hormoonverstorend)	46,4

Stoffen niet opgenomen door *Dreissena*:

Niet opgenomen KRW prioritaire stoffen	Waarvan verboden in Nederland	Voorkomen (%)
Atrazine	X (per 2004[3])	14,2
Bentazon		38,9
Dichloormethaan		7,4
Diuron	X (per 2007[4])	94,8
Isoproturon		15,2
Simazine	X (per 2004[5])	35,0
Tetrachlooretheen (PER)		1,0
Trichlooretheen		1,0
Trichloormethaan (chloroform)		8,0

[3] Bron: Beschikking Europese Commissie 2004/248/EG
[4] Bron: RIVM 2012
[5] Bron: Beschikking Europese Commissie 2004/247/EG