

FACTSHEET

Quaggamosselen in Nederland

Verspreiding en implicaties voor het waterbeheer

INHOUD

INLEIDING

KEYWORDS

DE QUAGGAMOSSEL

Kolonisatie, aanwezigheid en verspreiding

Soortbeschrijving en levenscyclus

Habitat-eisen en tolerantie

Vergelijking met de driehoeksmossel

EFFECTEN OP DE ECOLOGIE EN WATERKWALITEIT

Helderheid

Waterplanten

Vis

Blauwalgen en algen

Macrofauna

Vogels

Parasieten en bacteriën

Nutriënten

SOCIALECONOMISCHE EFFECTEN

Beheer en onderhoud van infrastructuur

Recreatie en volksgezondheid

INTRODUCTIE VAN QUAGGAMOSSELEN ALS MAATREGEL

MAATREGELEN TEGEN QUAGGAMOSSELEN

KENNISLEEMTEN

LOPENDE INITIATIEVEN EN ONDERZOEKEN

LITERATUUR

VERANTWOORDING

DISCLAIMER

INLEIDING

De quaggamossel (*Dreissena rostriformis bugensis*) is een invasieve exoot, afkomstig uit het Zwarte Zeegebied (Matthews et al., 2012; van der Kamp & Penning, 2015). In 2006 is de quaggamossel voor het eerst in Nederland waargenomen en heeft zich sindsdien in hoge aantallen verspreid (natuurlijk en door de mens) over een groot gedeelte van Nederland (Matthews et al., 2012).

Door zijn grote filtercapaciteit en aanklevend vermogen is de mossel bij hoge dichtheden van grote invloed op het watersysteem (de Hoop et al., 2015). Zo hecht de mossel aan kunstwerken en structuren, wat de doorstroming kan beïnvloeden en tot overlast kan

leiden voor waterrecreanten. Daarnaast maakt de mossel (zelfs bij een hoge nutriëntenbelasting) het water helder. Deze ontwikkeling heeft een grote invloed op de waterkwaliteit (Matthews et al., 2012).

In deze factsheet staan we stil bij de komst en ontwikkeling van de quaggamossel in Nederland en beschrijven we de consequenties en implicaties voor het waterbeheer.

KEYWORDS

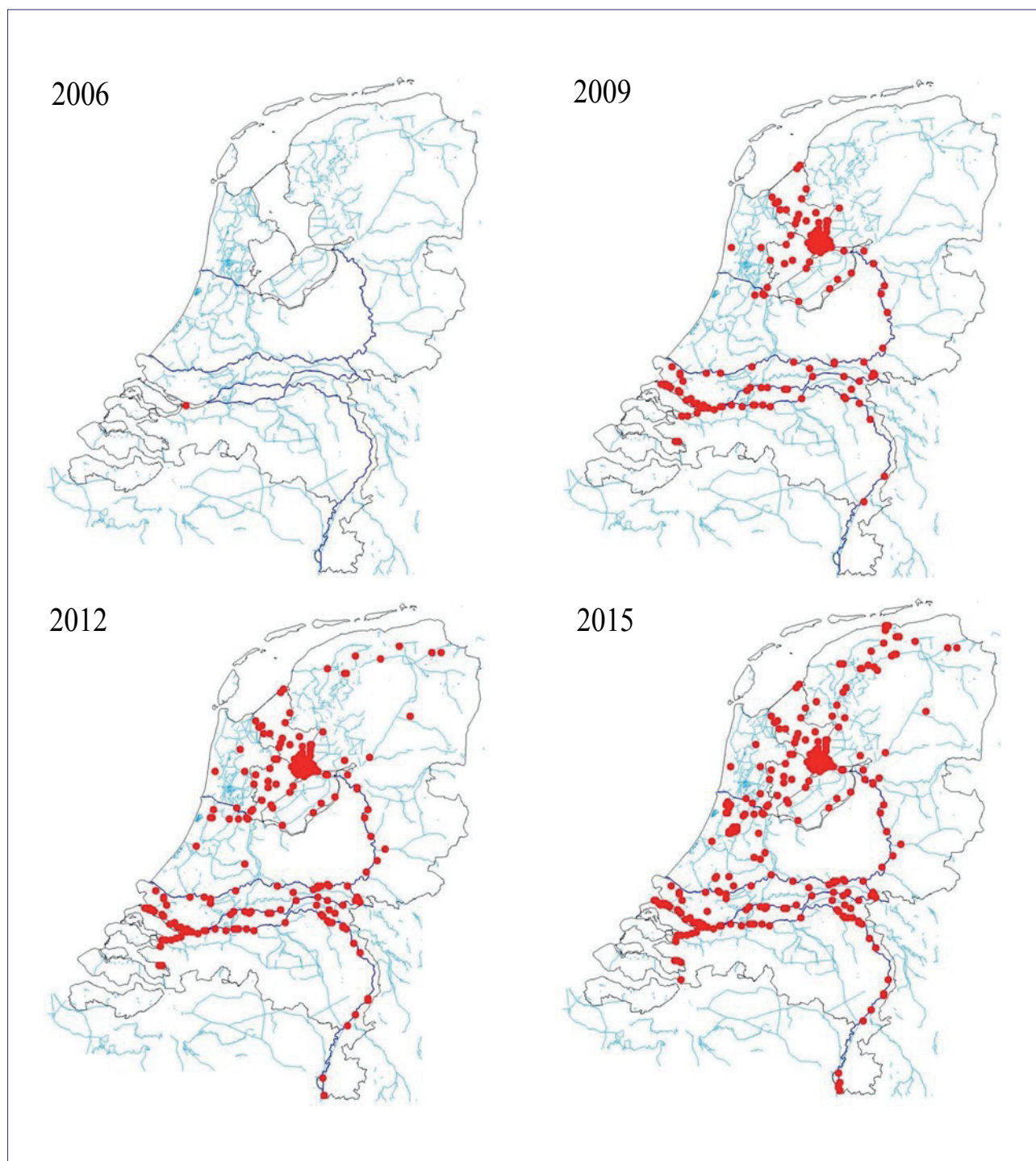
Quaggamossel, driehoeksmossel, waterkwaliteit, exoten, overlast door waterplanten, toename aan helderheid, biofilter.

DE QUAGGAMOSSEL

Kolonisatie, aanwezigheid en verspreiding

De quaggamossel (Andrusov, 1897) (*Dreissena rostriformis bugensis*) komt oorspronkelijk uit de Dnjepr en de Zuidelijke Boeg, twee rivieren in het Ponto-Kaspische gebied (Van der Velde et al., 2010). In 2006 is de quaggamossel voor het eerst waargenomen in Nederland in het Hollands Diep (bij de Vaate, 2006), waar hij vermoedelijk al in 2004 is geïntroduceerd via ballast- en motorkoelwater

van schepen (bij de Vaate, 2010; Matthews et al., 2014). De hoge reproductiesnelheid en hechting van mosselen aan scheepswanden zorgt ervoor dat het leefgebied van de mossel snel is uitgebreid via de grote rivieren. Andere paden van verspreiding zijn: transport over land door hechting aan schepen (Matthews et al., 2014), vervoer van bagger of maaisel (de Hoop te al., 2015), verspreiding via vogels of andere soorten en bewuste menselijke introductie (Matthews et al., 2014).



FIGUUR 1

Verspreiding van de quaggamossel in Nederland in 2006, 2009, 2012 en 2015 (Matthews et al., 2014; Collas et al., 2015).

Inmiddels komt de quaggamossel voor in grote delen van Nederland; in de grote rivieren (Nederrijn, IJssel, Waal, Bovenrijn en Maas), kanalen (Pannerdensch kanaal, Rijn Schelde kanaal, Amsterdam-Rijn kanaal, Wilhelmina kanaal, Bathse spuikanaal) en meren (IJsselmeer, Markermeer, Friese meren, Volkerak Zoommeer, wielen nabij de grote rivieren, ondiepe veenplassen zoals de Westeinderplassen of de Nieuwkoopse plassen (de Hoop et al., 2015). In een aantal hydraulisch geïsoleerde stadswateren zoals de Linievijver in Breda is de mossel bewust geïntroduceerd om vertroebeling door eutrofiëring tegen te gaan (Brabantse Delta, 2013; van der Jagt et al., 2014; Dutch Water Tech, 2015). Verwacht wordt dat de quaggamossel uiteindelijk in het merendeel van de Nederlandse wateren voor zal komen, behalve op de hoge zandgronden, in de zoute polders en in hydraulisch geïsoleerde wateren (zie *habitateisen en tolerantie*). De snelheid waarmee dit gebeurt hangt af van de verbondenheid van de wateren (Matthews et al., 2012).

Soortbeschrijving en levenscyclus

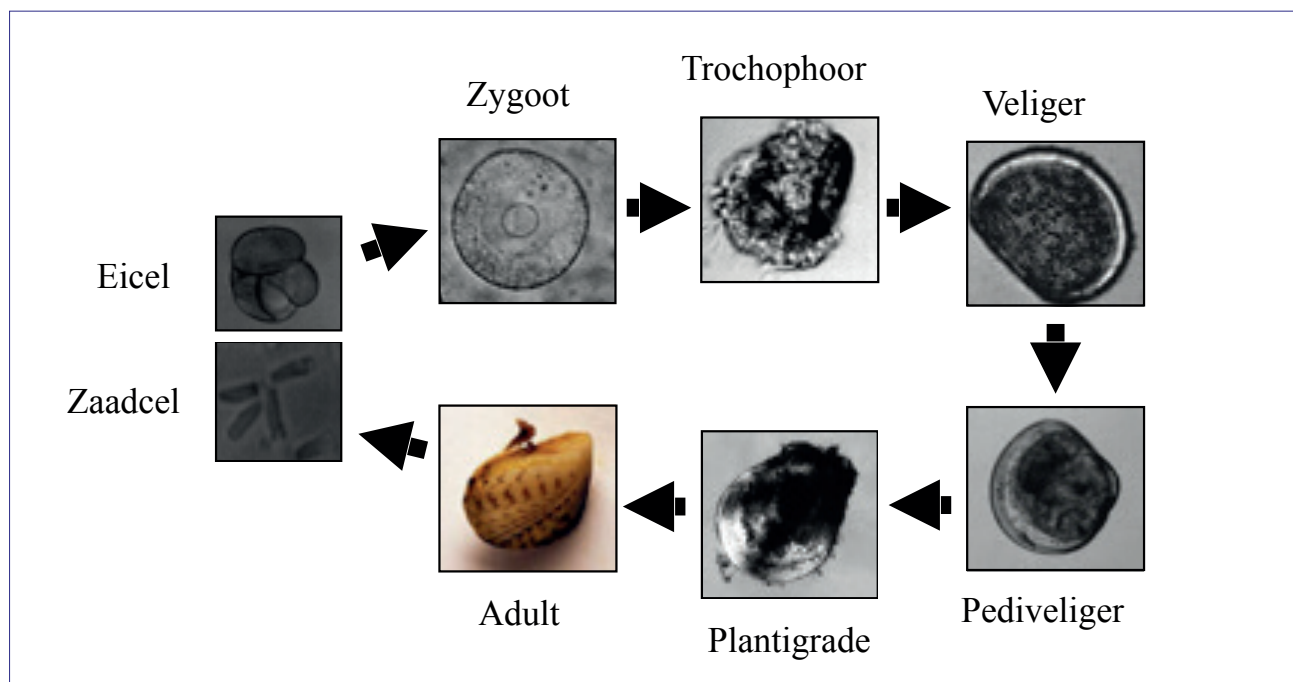
De quaggamossel behoort binnen de zoetwatermosselen tot de familie van de *Dreissenidae* (Phylum Mollusca, Class Bivalvia). De quaggamossel filtert bacteriën, algen en zwevend stof uit het water, waardoor het water bij hoge dichtheden mossels helderder (maar niet schoner) wordt. Een deel van het ongebruikte materiaal wordt uitgescheiden in de vorm van 'pseudofeces' en feces (Bij de Vaate, 2008). De filtratiecapaciteit is afhankelijk van meerdere factoren, zoals de stroomsnelheid van het water, algenconcentratie

en -samenstelling, temperatuur, zuurgraad, concentratie slibdeeltjes en mosselgrootte (Ackerman, 1999). De variatie in filtreercapaciteit per mossel is erg groot. Waarden variëren van 1 L per dag (Reeders & bij de Vaate 1992; Diggins, 2001) tot 7,4 L per dag (Garton et al., 2014).

De quaggamossel wordt maximaal 4 cm groot en is na ca. 1 jaar geslachtsrijp (van der Kamp et al., 2015). Quaggamosselen verspreiden duizenden ei- en zaadcellen in de waterkolom waarna externe bevruchting plaatsvindt en meerdere (planktonische) levensstadia doorlopen worden (Figuur 2). De planktonische larven verplaatsen zich vrij door de waterkolom. Juveniele quaggamosselen hechten zich vervolgens aan hard substraat zoals, beton, steen, hout, waterplanten, schelpen (ook aan elkaar), metaal en andere "harde" materialen (Matthews et al., 2012; Ackerman et al., 1996). Hechting wordt mogelijk gemaakt door een gespecialiseerd orgaan dat byssusdraden produceert (Matthews et al., 2012; Karayatev et al., 2014). Het vermoeden bestaat dat quaggamosselen meerdere malen per jaar reproduceren (van der Kamp et al., 2015).

Habitateisen en tolerantie

Quaggamosselen stellen specifieke voorwaarden aan hun leefomgeving en hebben een bepaalde tolerantie voor meerdere milieufactoren. Deze milieufactoren bepalen de habitatgeschiktheid voor de aanwezige mosselen en eveneens de mogelijkheden voor groei en de mogelijkheid tot verdere verspreiding (natuurlijk ook de connectiviteit) (zie Tabel 1).



FIGUUR 2

Levenscyclus van de quaggamossel (Rajagopal, 2011; Matthews et al., 2012).

TABEL 1

De range van fysisch-chemische eigenschappen van drie watertypes die de quaggamossel heeft gekoloniseerd in Nederland in vergelijking tot de fysisch-chemische toleranties van de quaggamossel (de Hoop et al., 2015).

FYSISCH-CHEMISCHE EIGENSCHAP	GROTE RIVIEREN	KANALEN	MEREN	FYSISCH-CHEMISCHE TOLERANTIES
Calcium (mg l ⁻¹)	35,0 - 92,1	39,2 - 105,0	39,7 - 99,0	>12
Nitraat (mg l ⁻¹)	1,1 - 4,4	0,8 - 8,7	0,01 - 0,5	Geen data
Totaal fosfaat (mg l ⁻¹)	0,04 - 1,9	0,02 - 1,3	0,02 - 0,5	Geen data
Zuurstofsaturatie (mg l ⁻¹)	3,2 - 14,8	5,18 - 12,8	8,7 - 15,9	> 0,47
pH	7,3 - 8,5	7,2 - 8,3	8,3 - 10,4	Min: 7,4 Max: 9,3 - 9,6
Zoutgehalte (‰)	0,0 - 0,4	0,2 - 0,6	0,3 - 0,4	< 6 - 8
Temperatuur (°C)	1,1 - 26,8	0,6 - 24,1	0,2 - 21,0	0 - 36,4
Stroomsnelheid (cm s ⁻¹)	1 - 2,2	3 - 7	n.v.t.	0 - 140

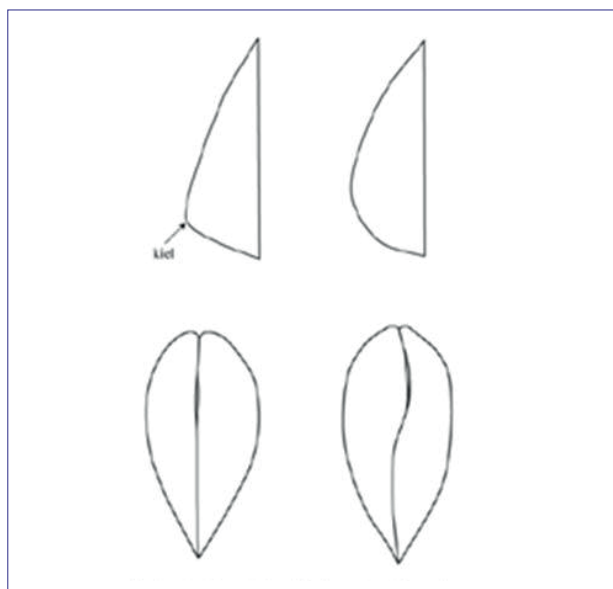
De quaggamossel is een zoetwatermossel en komt voor in zoete wateren en brakwatergebieden zoals riviermondingen. Quaggamosselen zijn gevoelig voor zure en zuurstofloze omstandigheden. Bij een pH-waarde lager dan 6,9 (Matthews et al., 2012) en zuurstofloze omstandigheden kan massale sterfte plaatsvinden. Daarnaast kunnen extreme omstandigheden zoals droogval een grote impact hebben op de populatie (Leuven et al., 2014; Garton et al., 2014). Bij een extreem lage afvoer situatie in 2012 in de Nederrijn vond er massale sterfte van quaggamosselen plaats. Herstel van de quaggamossel populatie trad hier pas weer na twee jaar op (Leuven et al., 2014). Quaggamosselen kunnen tot op grote diepte voorkomen. Factoren die een rol spelen zijn zuurstofbeschikbaarheid en temperatuur (Matthews et al., 2012).

Vergelijking met de driehoeksmossel

De quaggamossel is niet de enige Dreissena in Nederland. Rond 1800 heeft de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha* (Pallas 1771)) reeds zijn intrede gedaan. De quagga- en de driehoeksmossel zijn sterk verwant aan elkaar en hebben een soortgelijke levensduur (>2 jaar) en levenscyclus. Ook hebben ze vergelijkbare habitateisen.

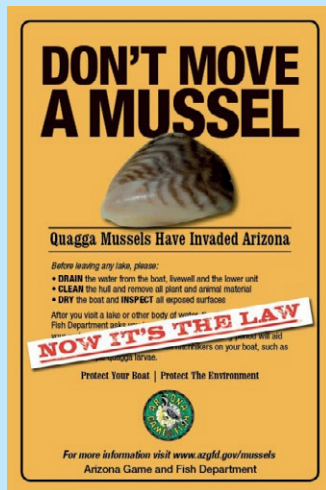
**FIGUUR 3**

Onderscheid tussen de quaggamossel (rechts) en de driehoeksmossel (links). (Michigan Sea Grant, 2013).

**FIGUUR 4**

Boven: Overgang tussen de ventrale en dorsale zijde. Onder: Onderrand van beide schelpelhelften. Links: driehoeksmossel. Rechts: quaggamossel (Bij de Vaate & Jansen 2007).

De quaggamossel verschilt van de driehoeksmossel doordat hij toleranter is voor extreme omstandigheden (zo kan de quaggamossel beter tegen lagere temperaturen) en minder gevoelig is voor verstoring. Verder filtert de quaggamossel langer en efficiënter en vormt trossen waardoor vestiging op relatief 'zacht' substraat mogelijk is (bij de Vaate, 2008). De quaggamossel is invasief en verdringt tijdens zijn opmars vaak de driehoeksmossel (bij de Vaate et al., 2013). Zo bestaat de Dreissena populatie in het Haringvliet bijvoorbeeld vier tot vijf jaar na vestiging van de quaggamossel voor meer dan 99 % uit quaggamosselen (bij de Vaate, 2010).



De quaggamossel heeft in de jaren '90 ook zijn intrede gedaan in de Verenigde Staten. Met name in grote meren had de mossel een groot effect. Door toegenomen helderheid, nam de voedselbeschikbaarheid en habitatgeschiktheid voor inheemse soorten zodanig af dat de komst van de quaggamossel geassocieerd wordt met biodiversiteitsverlies. Daarnaast heeft de komst tot problemen en kosten geleid voor de industrie door hechting in bijvoorbeeld leidingen. De geschatte kosten zijn 1- 3 miljard Euro per jaar (Pimentel, 2005).

De komst van de quaggamossel wordt in de VS maatschappelijk als probleem ervaren. Middels de Clean, Drain and Dry Act en [\(media\)campagnes \(A\)](#) wordt beoogd de verdere verspreiding van de quaggamossel tegen te gaan (Dolphin & Boatner, 2011).

EFFECTEN OP DE ECOLOGIE EN WATERKWALITEIT

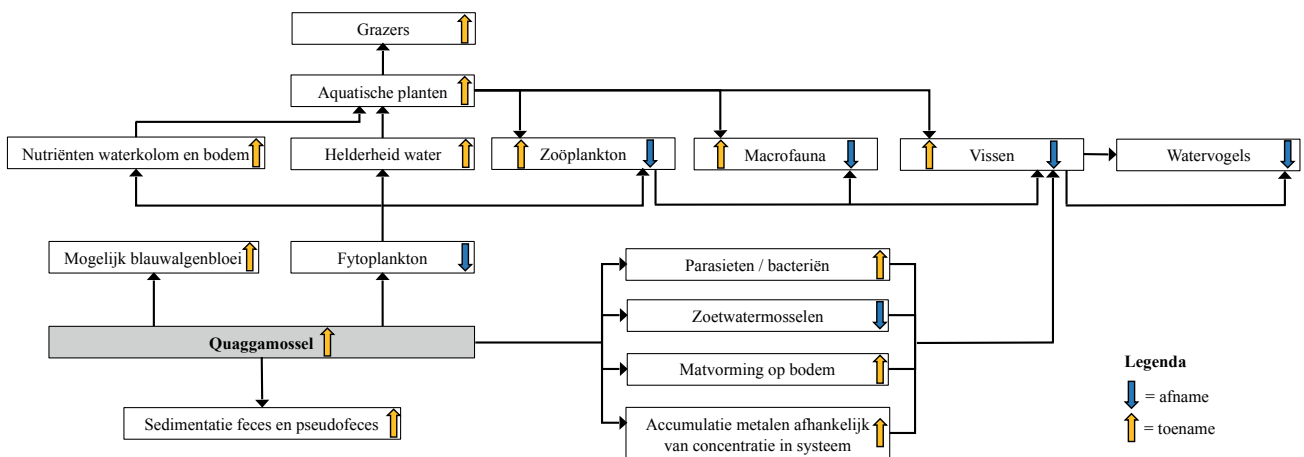
Bij hoge populatiedichtheden en een hoge filtratiecapaciteit heeft de quaggamossel een grote invloed op het waterleven. In gebieden waar de quaggamossel in hoge dichtheden voorkomt nemen algenconcentraties af, wordt het water helderder en neemt de voedselbeschikbaarheid voor zoöplankton en vis af. Daarnaast kunnen bij een grote voedselrijkdom van de bodem door de toename van helderheid waterplanten explosief gaan groeien (IJff, 2014). De komst van de quaggamossel heeft een groot effect op alle onderdelen van het ecosysteem en wordt daarom als invasief bestempeld ([Figuur 5](#)) (Matthews et al., 2012). Het water wordt helderder, maar de waterkwaliteit hoeft niet perse te verbeteren (van der Kamp & Penning, 2015).

Helderheid

De invloed van de quaggamossel op de toename van helderheid is op een aantal plekken in Nederland goed te zien (van der Kamp & Penning, 2015). Onder andere in het IJsselmeergebied (Noordhuis, 2015) maar ook in regionale wateren zoals in de Westeinderplassen zijn dichtheden van meer dan 3000 mosselen/m² gemeten.

Bij deze dichtheden worden de watersystemen vaker dan één keer per dag volledig gefilterd, wat resulteert in heldere watersystemen (van der Kamp et al., 2015).

Het [filmpje gemaakt door Bureau Waardenburg \(B\)](#) illustreert de effectieve filtering.



FIGUUR 5

Schematische weergave van de effecten van de komst van de quaggamossel op de waterkwaliteit (de Hoop et al., 2015).

Mosselen beïnvloeden de helderheid van het systeem op een tweetal manieren:

- 1 Mosselen filteren zwevend stof en algen;
- 2 Het onverteerde materiaal wordt uitgescheiden als pseudofeces. Sedimentatiesnelheden nemen hierdoor toe (Klerks et al., 1996).

De invloed van mosselen op de helderheid kan echter zeer tijdelijk zijn. Bij sterfte van mosselen door bijvoorbeeld perioden van zuurstofloosheid verdwijnt de filtering en wordt het water bij hoge voedselgehalten weer troebel (van der Kamp et al., 2015).

Waterplanten

Door de toename in helderheid kan het licht dieper reiken en daarmee de groei van draadalgen en waterplanten stimuleren. Afhankelijk van de condities van het watersysteem ontstaat een soortenrijke vegetatie die bijdraagt aan de verbetering van de waterkwaliteit of ontstaat woekering van waterplanten ontstaan. Dit laatste gebeurt bij een voedselrijke bodem en leidt vaak tot overlast voor waterrecreanten (de Hoop et al., 2015; van der Kamp et al., 2015).

Vis

Door verandering in helderheid en een directe concurrentie van quaggamosselen met zoöplankton om fytoplankton (algen) nemen de fyto- en zoöplanktonconcentraties af en verandert de visstand.

De dichtheid van soorten zoals spiering die voor hun voedsel afhankelijk zijn van zoöplankton nemen af (Noordhuis, 2014). De visgemeenschap verandert van een planktivore gemeenschap naar een plantminnende gemeenschap (visgemeenschap die voor zijn levenscyclus afhankelijk is van vegetatie) met soorten zoals blankvoorn (*Rutilus rutilus*) en baars (*Perca fluviatilis*). Een effect op benthivore vis (soorten die leven van waterbodemdierpjes) is vooral te verwachten bij hoge mosseldichtheden (Matthews et al., 2012). Door matvorming van quaggamosselen is het voor benthivore vis moeilijker om waterbodemdierpjes te vangen die zich schuilhouden tussen de mosselen. Ook kan de bodem moeilijker doorwoeld worden (Gonzalez & Downing, 1999). Daarnaast verdwijnt voor de beschermde bittervoorn (*Rhodeus amarus*) het substraat om zijn eitjes af te zetten doordat quaggamosselen inheemse zoetwatermosselen (*Unionidae*) wegconcurreren en het moeilijker maken door hechting om eitjes in af te zetten (Leuven et al., 2015). Exotische soorten zoals de zwartbekgrondel (*Neogobius melanostomus*) prederen op quaggamosselen en kunnen zo profiteren van hun komst (bij de Vaate, 2009).

Blauwalgen en algen

De totale biomassa en soortensamenstelling van algen en blauwalgen zal bij de aanwezigheid van quaggamosselen afnemen (Bij de Vaate et al., 2014). Recente studies hebben aangetoond dat quaggamosselen selectief filtergedrag vertonen. Het filtergedrag lijkt voornamelijk af te hangen van



FIGUUR 6

Onderwaterbeeld in de Segerplas. Helder water met matten van quaggamosselen op de bodem (Foto: Duikvereniging Segerplas in van der Kamp et al., 2015).

de soort en niet van de grootte van het voedsel (Tang et al., 2014; Dionisio Pires, 2015). Zo lijken quaggamosselen lagere filtratiesnelheden te vertonen voor kleine diatomeeën, groene algen met dikke celwanden (*Scenedesmus* en *Oocystus*) en in kolonies levende blauwalgen met geleachtige omhulsels (*Aphanocapsa*, *Chroococcus* en *Microcystis*). Hierdoor kan de komst van quaggamosselen tot een toename van blauwalgen leiden (Tang et al., 2014).

In 2014 werd de blauwalgenbloei in het Eemmeer gekoppeld aan de komst van de quaggamosselen in het gebied (Noordhuis et al., 2014). Er is echter nog te weinig bekend over de effecten van selectief filtergedrag op de toename of afname van blauwalgen in Nederland waardoor het lastig is om conclusies te trekken. In stadsvijvers zoals Fort de Bilt in Utrecht en de Linievijver in Brede leek de introductie van quaggamosselen een positief effect te hebben op de soortensamenstelling en biomassa van fytoplankton. De doorlooptijd van deze projecten is echter nog te kort om daadwerkelijk conclusies te kunnen trekken (van der Jagt et al., 2014; van der Kamp & Penning, 2015; Waajen et al., 2016).

Macrofauna

De aanwezigheid van quaggamosselen kan zowel positief als negatief zijn voor de dichtheid en de diversiteit van macrofauna. Met name kreeftachtigen prederen op mosselen en kunnen profiteren van deze toegenomen voedselvoorziening (Matthews et al., 2012). Daarnaast bieden de mosselschelpen habitat voor macrofauna. Studies in het rivierengebied naar de effecten op biodiversiteit tonen echter aan dat de toegenomen macrofauna soorten veelal exotische soorten zijn (Matthews et al., 2014).

Voor de inheemse *Unionidae* zoals de schilders- en zwanenmossel vormt de aanwezigheid van de quaggamossel een bedreiging (Leuven et al., 2015). Quaggamosselen hechten op deze schelpen waarbij ze de groei en de conditie beïnvloeden (Matthews et al., 2012). Dit beïnvloedt wederom de beschermde Bittervoorn. Sommige groepen macro-evertbraten die op de bodem leven, zoals chironomiden, kokerjuffers (*Polycentropodidae*) en gravende vlokreeften (*Diporeia* spp.) gaan achteruit doordat zij met mosselen om voedsel concurreren (Ricciardi et al., 1997; de Hoop et al., 2015).

Vogels

Quaggamosselen worden selectief gegeten door bentivore watervogels zoals de kuifeend (*Aythya fuligula*), toppereend (*Aythya marila*), tafeleend (*Aythya ferina*) en de brikduiker (*Bucephala clangula*) in o.a. het Markermeer en het IJsselmeer. De vogels prefereren echter ander voedsel

wanneer dit beschikbaar is (Noordhuis et al., 2015). Door de filterende eigenschappen van mosselen kunnen vervuilingen zoals metalen makkelijk in de weefsels van mosselen ophopen, wat bij consumptie door watervogels kan bijdragen aan vergiftiging (Matthews et al., 2015).

Parasieten en bacteriën

De komst van de quaggamossel kan leiden tot een toename van parasieten en bacteriën (Dionisio Pires, 2015). Deze parasieten en bacteriën kunnen bij consumptie door bijvoorbeeld watervogels leiden tot ziekte en sterfte (Matthews et al., 2012).

Nutriënten

Quaggamossel kan op meerdere manieren de nutriënthuishouding van het systeem veranderen:

- 1 Door opname van nutriënten door algen, worden nutriënten bij predatie van mosselen op algen, verplaatst van de waterkolom naar de waterbodem;
- 2 Doordat mosselen algen consumeren, kunnen algen minder nutriënten uit de waterkolom opnemen. Hierdoor nemen de opgeloste nutriëntenconcentraties toe, waardoor de kans op (blauwalgen)bloei toe neemt (de Hoop et al., 2015). Een studie in Polen laat zien dat mosselen de symptomen van eutrofiëring in water verergeren (Wojtal-Frankiewicz & Frankiewicz, 2011). Een enclosure experiment in het Tjeukermeer bevestigt de toename van opgeloste nutriënten (IJff 2014).

SOCIAALECONOMISCHE EFFECTEN

Beheer en onderhoud van infrastructuur

Quaggamosselen hechten zich aan harde oppervlakten, waardoor ze het beheer en onderhoud van installaties, infrastructuur, kunstwerken, maar bijvoorbeeld ook netten en fuiken beïnvloeden. In Nederland ontbreken kentallen over de totale kosten. In de Verenigde Staten waar de quaggamossel ook uitheems is, worden de kosten door Dreiseniden tussen de 1 en 3 miljard dollar per jaar geraamd (Pimentel et al., 2005).

De kosten betreffen het verwijderen van aangroei, maar ook de preventie van aangroei. Vooral wanneer mosselen in industriële installaties hechten en hierdoor de bedrijfsvoering stilgelegd moeten worden kunnen de kosten hoog oplopen. In Nederland treedt dit probleem voornamelijk op bij bedrijven die (koel)water gebruiken uit de grote rivieren. Evides treft maatregelen door het toevoegen van chloorbleekloog om aangroei tegen te gaan (van Mook et al., 2014). Bij het bewust uitzetten van mosselen kan dit mogelijk tot schadeclaims leiden (de Hoop et al., 2015).

**FIGUUR 7**

Aangroei door quaggamosselen op Gemaal Gouda (HHR in van der Kamp et al., 2015).

Recreatie en volksgezondheid

De komst van de quaggamossel heeft gevolgen voor de recreatie en volksgezondheid. Aangroei van mosselen op schepen leidt tot hoge brandstofkosten door een toename in weerstand (de Hoop et al., 2015). Daarnaast kunnen de scherpe schelpen snijwonden veroorzaken bij strandgasten en zwemmers. Zwemmers op de Kagerplassen zijn zich bewust van dit gevaar en begeven zich tot een bepaalde diepte (van der Kamp et al., 2015).

Door de komst van quaggamosselen kan de bloei van blauwalgen versterkt worden. Mycrocystine, dat wordt afgegeven bij de bloei van de blauwalg *Mycrocystis* was in meerdere gevallen betrokken bij de vergiftiging van mensen en dieren in Nederland (de Hoop et al., 2015).

Ook de toename van waterplanten en de verandering van de visstand wordt niet altijd als positief ervaren door waterrecreanten. Met name pleziervaarders en zwemmers ondervinden overlast. Bij het hoogheemraadschap van Rijnland (waar de wateren helder geworden zijn) wordt door de zeilsport bestuurlijke druk uitgeoefend voor het verwijderen van waterplanten (van der Kamp et al., 2015). Sportvisserij Nederland maakt zich zorgen over de visstand en de verschuiving van de soortensamenstelling: "Sportvisserij kunnen zich in meer of mindere mate aanpassen door zich te richten op andere vissoorten die kenmerkend zijn voor heldere plantenrijk water. Maar er moet nog wel wat te vinden zijn" (van Emmerik, 2015). Ook duikers zijn niet per definitie blij met de komst van de quaggamosselen: "de helderheid is weliswaar toegenomen, maar er is nu niets anders meer te zien dan quaggamosselen" (van der Kamp et al., 2015).

INTRODUCTIE VAN QUAGGAMOSSELEN ALS MAATREGEL

De quaggamossel staat in Nederland in toenemende mate in de belangstelling als biologisch filter (Waajen et al., 2016). In het recente verleden is tweemaal een ontheffing voor de Flora- en faunawet (Ffw) bij Rijksdienst voor Ondernemen Nederland (RVO) aangevraagd voor het uitzetten van deze soort in hydraulisch geïsoleerde oppervlaktewateren. Het betrof een ontheffing voor waterschap Brabantse Delta voor het aanleggen van een mosselfilter in de Linievijver in Breda (van der Jagt et al., 2014) en een ontheffing voor de gemeente Nijmegen voor het aanleggen van een mosselfilter in de vijver van het Kronenburgpark (Dutch Water Tech, 2015).

De Radboud universiteit heeft in opdracht van RVO een voorstel gedaan voor eenduidige criteria waarop een ontheffingsaanvraag beoordeeld kan worden. Deze criteria zijn gebaseerd op een risicobeoordeling aan de hand van de ISEIA en Harmonia+ protocollen (de Hoop et al., 2015). 17 experts classificeerden de quaggamossel in een risicobeoordeling als een soort met een hoog negatief risico voor de ecologie en economie, en adviseren terughoudend te zijn met het uitzetten en stimuleren van de soort (de Hoop et al., 2015).

De experts adviseerden terughoudend te zijn met de introductie van de quaggamossel. Voorgesteld wordt om initiatiefnemers zelf alle benodigde informatie, zoals informatie over waterkwaliteits- en natuurdoelstellingen, hydrologische isolatie, potentiële aanwezigheid van quaggamosselen, aanwezige Ffw soorten, doelmatigheid en maatschappelijk belang voor uitzetten, mitigatie en compensatie van eventuele ongewenste effecten, voor de onderbouwing van de ontheffingsaanvraag te laten leveren (de Hoop et al., 2015).

In de redenatie voor de uitzetcriteria speelt het feit dat het uitzetten van quaggamosselen vaak niet de oorzaak van de slechte waterkwaliteit aanpakt (algengroei door hoge voedselrijkdom), maar slechts het symptoom. Het is een zogenaamde symptoommaatregel. Hierdoor treedt dan opslag van de voedingsstoffen in biomassa op. In systemen zoals stadwateren kan het lastig tot onmogelijk zijn om het waterkwaliteitsprobleem bij de bron aan te pakken, waardoor het stimuleren of uitzetten doelmatig kan zijn. Daarnaast kan de toename van helderheid slechts van tijdelijke aard zijn doordat de quaggamossel populatie door omstandigheden (zie *habitateisen en tolerantie*) kan instorten. Waarna het water weer troebel wordt door verminderde filtering en het massaal vrijkomen van voedingsstoffen (van der Kamp et al., 2015).

**FIGUUR 8**

Quaggamosselen op krat als filter (Dutch Water Tech).

MAATREGELEN TEGEN QUAGGAMOSSELEN

De opmars van de quaggamossel in Nederland lijkt vanwege de grote verbondenheid niet meer te stuiten. In de Verenigde Staten proberen ze de opmars te verhinderen met de “Clean Drain & Dry act” waarmee verspreiding door menselijke vectoren wordt tegengegaan. Booteigenaren moeten hun boot bijvoorbeeld grondig schoonmaken alvorens deze weer in een ander water geplaatst mag worden. Dit beleid is haalbaar doordat de wateren in de VS relatief geïsoleerd zijn (Wong & Gerstenberger, 2011). In Nederland is dit door de hoge verbondenheid minder realistisch. Slechts verspreiding naar geïsoleerde wateren (met hoge natuurwaarden) kunnen via een soortgelijke Clean Drain & Dry act tegengegaan worden (van der Kamp et al., 2015; de Hoop et al., 2015). Wanneer aangroei van mosselen tot overlast leidt rest er niets anders dan de mosselen mechanisch te verwijderen (van Mook et al., 2014).

Aangroei aan industriële installaties kan voorkomen worden met een groot scala aan bestrijdingstechnieken. De toe te passen techniek is afhankelijk van de kosten en de technische mogelijkheden van een specifieke installatie. Chloorbleekloog is wereldwijd een veelgebruikte biocide om ongewenste aangroei te bestrijden en te voorkomen, zo ook in Nederland, maar ook andere chemische en mechanische methoden worden toegepast (Bruijs et al., 2010; van Mook, 2014). In Ierland worden veldproven gedaan met zogenaamde biobullets. Deze bullets zijn eetbaar voor

mossels en bevatten een stof waardoor de mossels sterven (Biobullets, 2016).

KENNISLEEMTEN

Ondanks dat er de laatste jaren in Nederland al veel onderzoek verricht is naar de quaggamossel is het onduidelijk welke consequenties en implicaties de quaggamossel precies heeft voor het waterbeheer. De omvang van de effecten op de waterkwaliteit (veranderingen in de koppeling van water- en bodemprocessen door toegenomen filtratie en volledige bedekking van de bodem) door de quaggamossel hangen in grote mate af van de populatieontwikkeling en dichtheden, en juist deze parameters zijn nog niet goed begrepen. Daarnaast begrijpen we een aantal fundamentele principes over het functioneren van de quaggamossel (autoecologie) nog niet genoeg. Zo weten we niet wat de exacte filtratiesnelheden zijn en welke omgevingsfactoren groei en mortaliteit beïnvloeden. Ook begrijpen we de precieze invloed op blauwalgen in hoog eutrofe systemen die voorkomen in Nederland nog niet goed. Ten slotte is nog niet bekend welke gevolgen de massamortaliteit van quaggamosselen tijdens extreme omstandigheden zal hebben op watersystemen. Slechts op een aantal plekken wordt het voorkomen en de mogelijke effecten op algen gemonitord. Een doorvertaling naar de precieze consequenties voor het waterbeheer en het doelbereik van de KRW is dan ook niet makkelijk.



LOPENDE INITIATIEVEN EN ONDERZOEKEN

Onderzoek waterkwaliteitsverbetering met quaggamossels in Sloterpas - Waternet

Waternet onderzoekt samen met de Universiteit van Amsterdam (UvA) en bureau Waardenburg in de Sloterpas de rol van quaggamosselen en onderwaterplanten op de waterkwaliteit. Quaggamosselen zijn in de Sloterpas in vrij hoge dichtheden aangetroffen en de helderheid is ondanks een hoge voedselrijkdom aanzienlijk toegenomen.

Om een prognose te kunnen maken op de waterkwaliteit en dus de eventuele noodzaak tot extra maatregelen is een onderzoekseiland aangelegd en zijn onderwaterplantenbakken geplaatst. Tevens is een “quaggafilter” parallel aan het zwemstrand in het water gehangen. Dit bestaat uit een 180 m lang hangend netwerk waarop de mosselen kunnen aangroeien. Waternet hoopt op deze manier de waterkwaliteit nabij het zwemstrand te verbeteren. Voor meer info zie <http://www.innovatie.waternet.nl/project/quaggamossels> (C).

Europees onderzoek

Bram bij de Vaate werkt al jaren in wetenschappelijk verband aan de opkomst van de quaggamossel. Samen met de Hongaarse onderzoeker Csilla Balogh werkt hij momenteel aan een vergelijking tussen Nederland en het Hongaarse Balatonmeer.

Haalbaarheid gezamenlijke afstemming waterbeheerders

Een aantal waterbeheerders waaronder Rijkswaterstaat (contact Gerrit Vossebelt) en het Hoogheemraadschap van Rijnland (contact Bart Schaub) verkennen de haalbaarheid van een gezamenlijk initiatief m.b.t. het in beeld brengen van de invasie en de effecten op de waterkwaliteit van de quaggamosselen.

Inventarisatie invasie en effectevaluatie - Hoogheemraadschap van Rijnland

Het Hoogheemraadschap van Rijnland (contact Bart Schaub) werkt aan een inventarisatie van de invasie van de quaggamosselen met behulp van sonar- en dna onderzoek. Daarnaast wordt een herijkte effectbeoordeling gemaakt. Resultaten van eerder onderzoek zijn gepubliceerd in het rapport [“Waterkwaliteitsverandering in relatie tot Dreissena, implicaties voor beleid”](#) (D).

Verspreiding, effecten en risicoanalyse van de quaggamossel in Europa

Het Instituut voor Water en Wetland Research (IWW) van de Radboud Universiteit (contact Rob Leuven) doet onderzoek naar de verspreidingsroutes, -vectoren en -mechanismen van de quaggamossel en andere dreisseniden in Europa. Tevens wordt onderzoek verricht naar de positieve en negatieve effecten van deze uitheemse mosselsoorten op de biodiversiteit en het ecologisch functioneren van riviersystemen. De verkregen inzichten en data worden gebruikt voor de ontwikkeling van voorspellende modellen voor de risicoanalyse. Tenslotte wordt aandacht besteed aan de ontwikkeling van innovatie (systeemgerichte) maatregelen om ongewenste effecten van de quaggamossel te beperken.

Mosselfilters in geïsoleerde stadswateren

Waterschap Brabantse Delta en gemeente Utrecht experimenteren in samenwerking met Bureau Waardenburg met de aanleg van mosselfilters in hydraulisch geïsoleerde stadswateren. Met deze praktijkexperimenten proberen de partijen de (blauw) algenbloei te verminderen en het doorzicht te verbeteren om waterplantengroei te stimuleren. De resultaten laten zien dat voor de derde zomer op rij het water helderder is geworden en minder blauwalgen bevat. Voor meer info zie Waajen et al., 2016.

LITERATUUR

- Ackerman, J.D., Cottrell, C.M., Ethier, C.R., Allen, D.G. & Spelt, J.K. 1996. Attachment strength of zebra mussels on natural, polymeric, and metallic materials. *Journal of Environmental Engineering*, 122 (2), 141-148.
- Ackerman, J.D. 1999. Effect of velocity on the filter feeding of dreissenid mussels (*Dreissena polymorpha* and *Dreissena bugensis*): implications for trophic dynamics. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56 (9). 1551-1561.
- Bij de Vaate, A. 2006. De quaggamossel, *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov 1897), een nieuwe zoetwater moselsoort voor Nederland. *Spirula*, 353. 143-144.
- Bij de Vaate, A. & Jansen, E.A. 2007. Onderscheid tussen de driehoeksmossel en de quaggamossel. *Spirula*. 356. 78-81.
- Bij de Vaate, A. 2008. Ecologisch vergelijk tussen de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) en de quaggamossel (*Dreissena rostriformis bugensis*): een literatuurstudie. Waterfauna, rapportnummer 2008-02. Lelystad.
- Bij de Vaate, A., Rajagopal, S., & Van der Velde, G. 2010. The zebra mussel in Europe; Summary and synthesis. In G. Van der Velde, S. Rajagopal, & A. Bij de Vaate (Red.), *The zebra mussel in Europe* (pp. 415-422). Weikersheim: Backhuys Publishers, Leiden/Margraf Publishers.
- Bij de Vaate, A. 2010. Some evidence for ballast water transport being the vector of the quaggamussel (*Dreissena rostriformis bugensis* Andrusov, 1897) introduction into western Europe and subsequent upstream dispersal in the river Rhine. *Aquatic Invasions*. 5(2). 207-209.
- Bij de Vaate, A., Van der Velde, G., Leuven, R.S.E.W., & Heiler, K. 2013. Spread of the quagga mussel (*Dreissena rostriformis bugensis*) in Western Europe. In T. & Nalepa, & T. N. Schloesser (Red.), *quaggamussels and zebra mussels: biology, impacts, and control* (pp. 83-92). CRC Press Boca Raton, U.S.A.
- Biobullets, 2016. Biobullets. Geraadpleegd op 20 oktober 2015 van <http://biobullets.com/products/>.
- Brabantse Delta. 2013. Waterschap zet mosselen in tegen blauwalg. Geraadpleegd op 10 december 2015 van <http://www.brabantsedelta.nl/nieuws/2013/03/waterschap-zet-mosselen-in-tegen-blauwalg.html>.
- Brujjs, M.C.M., Jenner, H.A. & Rajagopal, S. 2010. Industrial cooling water fouling by dreissenidae. Chapter 35. In: Van der Velde, G., Rajagopal, S. & Bij de Vaate, A. (Eds.), *The zebra mussel in Europe*. Backhuys Publishers / Margraf Publishers, Leiden / Weikersheim. 355-362.
- Collas, F.P.L., De Hoop, L., Koopman, K.R., Le, T.T.Y., Matthews, J., Bij de Vaate, A., Van der Velde, G. & Leuven, R.S.E.W. 2015. Database on the distribution of the Quagga mussel (*Dreissena rostriformis bugensis*) in the Netherlands and Europe.
- De Hoop, L., Brujjs, M.C.M., Collas, F.P.L., Dionisio Pires, L.M. et al. 2015. Risicobeoordeling en uitzetcriteria voor de uitheemse quaggamossel (*Dreissena rostriformis bugensis*) in Nederland. Radboud Universiteit, Nijmegen.
- Diggins, T. 2001. A seasonal comparison of suspended sediment filtration by quaggamossel (*Dreissena bugensis*) and zebra (*D. polymorpha*) mussels. *Journal of Great Lakes Research*, 27 (4) 457-466.
- Dionisio Pires, L.M. 2015. Quagga's: droom of nachtmerrie? Presentatie Kennisdag Quaggamosselen - Werkgroep Ecologisch Waterbeheer. Geraadpleegd op 16 september 2015 van <http://www.wew.nu/algemeen.php>.
- Dolphin, G & Boatner, R. 2011. Oregon aquatic invasive species prevention program, 2010 program report. Oregon State Marine Board, Oregon Fish & Wildlife, USA. URL: http://www.dfw.state.or.us/conservationstrategy/invasive_species/docs/AISPP_Annual%20report_2010.pdf.
- Dutch Water Tech. 2015. Quaggamosselen tegen blauwalg Kronenburgerpark Nijmegen. Geraadpleegd op 17 september 2016 van <http://www.dutchwatertech.nl/projecten-waterpartijen/quaggamosselen-tegen-blauwalg-kronenburgerpark-nijmegen/>.
- Garton, D.W., McMahon, R., Stoeckmann, A.M. 2014. Limiting Environmental factors and competitive interactions between Zebra and quagga mussels in North America. In T.F. Nalepa & D.W. Schloesser, eds. *quaggamussel and Zebra Mussels; Biology, Impact and Control*. CRC press, Boca Raton. 2nd edition. pp. 383-402.
- González, M.J. & Downing, A. 1999. Mechanisms underlying amphipod responses to zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) invasion and implications for fish-amphipod interactions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic*

- Sciences, 56 (4), 679-685. In De Hoop, L., Bruijs, M.C.M., Collas, F.P.I., Dionisio Pires, L.M. et al. 2015. Risicobeoordeling en uitzetcriteria voor de uitheemse quaggamossel (*Dreissena rostriformis bugensis*) in Nederland. Radboud universiteit Nijmegen.
- Ijff, S. 2014. De quaggamossel in Nederland, een vloek of een zegen? Effecten van de quaggamossel op het waterkwaliteitsbeheer in Nederland. STOWA 2014 - W04. STOWA, Amersfoort, 31.
- Karatayev, A.Y., Burlakova, L.E. & Padilla, D.K. 1998. Physical factors that limit the distribution and abundance of *Dreissena polymorpha* (Pall.). Journal of Shellfish Research, 17, 1219-1235.
- Karatayev, A.Y., Burlakova, L.E. & Padilla, D.K. 2014. Zebra versus quagga mussels: a review of their spread, population dynamics, and ecosystem impacts. Hydrobiologia, 1 - 16.
- Klerks, P. L., P. C. Fraleigh, and J. E. Lawniczak. 1996. Effects of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) on seston levels and sediment deposition in western Lake Erie. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 53. 2284-2291.
- Leuven, R.S.E.W., F.P.L. Collas, K.R. Koopman, J. Matthews & G. van der Velde. 2014. Mass mortality of invasive zebra and quagga mussels by desiccation during severe winter conditions. Aquatic Invasions 9/3: 243-252.
- Leuven, R.S.E.W., Collas, F.P.L., Koopman, K.R., Matthews, J., Bij de Vaate, A. & Van der Velde, G. 2015. Invasieve Quagga's in rivieren. Presentatie Kennisdag Quagga-mosselen - Werkgroep Ecologisch Waterbeheer. Geraadpleegd op 14 september 2015 van <http://www.wew.nu/algemeen.php>.
- Matthews, J., van der Velde, G., Bij de Vaate, A., Leuven, R.S.E.W. 2012. Key factors for spread, impact and management of quaggamussels in the Netherlands. Environmental Science, rapportnummer 404. Nijmegen.
- Matthews, J. et al., 2014. Rapid range expansion of the invasive quagga mussel in relation to zebra mussel presence in the Netherlands and Western Europe. Biological invasions, 16(1), 23-42.
- Matthews, J., Schipper, A.M., Hendriks, A.J., Le, T.T.Y., Bij de Vaate, A., Van der Velde, G. & Leuven, R.S.E.W. 2015. A dominance shift from the zebra mussel to the invasive quagga mussel may alter the trophic transfer of metals. Environmental Pollution, 203, 183-190.
- Michigan Sea Grant, 2013. www.greatlakesmapping.org, website geraadpleegd op 10-10-2013. In: Van Mook, J., Castelijns, H., Wagenvoort, A., Schaaf, B., Ketelaars, B., Schurer, R. 2014. Dreissena-mosselen bij Evides Waterbedrijf: Bedrijfsbreed onderzoek betreffende biologie, ecologie, beheersing en monitoring. Referentienummer TB-00292.
- Noordhuis, R., Bij de Vaate, A., Bak, A., Van Eerden, M.R., De Leeuw, J., Van Rijn, J. & De Lucas Pardo, M. 2015. Drie- en Quaggamosselen in het IJsselmeergebied. Presentatie Kennisdag Quaggamosselen - Werkgroep Ecologisch Waterbeheer. Geraadpleegd op 25 september 2016 op <http://www.wew.nu/algemeen.php>.
- Noordhuis et al. 2014. Wetenschappelijk eindadvies ANT IJsselmeergebied. Deltares, rapportnummer 1207767-000.
- Pimentel, D., Zuniga, R. & Morrison, D. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. Ecological Economics, 52 (3), 273-288.
- Rajagopal, S. 2011. Presentation: Biofouling and its control in industrial cooling water systems: an overview of the present and a peek into the future. Radboud Universiteit Nijmegen, Nederland, p. 36.
- Reeders, H., & Bij de Vaate, A. 1992. Bioprocessing of polluted suspended matter from the water column by the zebra mussel (*Dreissena polymorpha* Pallas). Hydrobiologia, 239(1). pp. 53-63.
- Ricciardi, A., Whoriskey, F.G. & Rasmussen, J.B. 1997. The role of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in structuring macroinvertebrate communities on hard substrata. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 54 (11), 2596-2608.
- Stroom, J.M. 2015. Quaggamosselen en hun dominantie in de Sloterplassen. Concept. Waternet, Amsterdam.
- Tang, H., Vanderploeg, H.A., Johengen, T.H. & Liebig, J.R. (2014). Quagga mussel (*Dreissena rostriformis bugensis*) selective feeding of phytoplankton in Saginaw Bay. Journal of Great Lakes Research, 40, Supplement 1, 83-94. In De Hoop, L., Bruijs, M.C.M., Collas, F.P.I., Dionisio Pires, L.M.

et al. (2015). Risicobeoordeling en uitzetcriteria voor de uitheemse quaggamossel (*Dreissena rostriformis bugensis*) in Nederland. Radboud universiteit Nijmegen.

van Emmerik, W. 2015. De quaggamossel, visstand en sportvisserij. Verslaglegging kennisdag quaggamossel 23 april 2015 te Lelystad: Presentatie Kennisdag Quaggamosselen - Werkgroep Ecologisch Waterbeheer. Geraadpleegd op 16 september 2016 van <http://www.wew.nu/algemeen.php>.

van der Jagt, H., Dorenbosch, M. & Lengkeek, W. (2014). Toepasbaarheid van mosselen voor waterzuivering. 14-252. Bureau Waardenburg bv, Culemborg, p. 50.

van der Kamp, M. & Penning, E. 2015. Quaggamosselen in Nederland: zegen of gevaar? H2O-online, 20 juni, 1-8. van der Kamp, M., Schaub, B., Michielsen, B., van Schaik, F., Oosterbaan, J. & Gerrits, H. 2015. Waterkwaliteitsverandering in relatie tot *Dreissena* - Implicaties voor beleid van het hoogheemraadschap van Rijnland. 15.053226.

van Mook, J., Castelijns, H., Wagenvoort, A., Schaaf, B., Ketelaars, B., Schurer, R. 2014. *Dreissena*-mosselen bij Evides waterbedrijf: Bedrijfsbreed onderzoek betreffende

biologie, ecologie, beheersing en monitoring. Referentienummer TB-00292.

van der Velde, G., Rajagopal, S. & Bij de Vaate, A. 2010. From zebra mussel to quagga mussels: an introduction to the Dreissenidae. Chapter 1. In: Van der Velde, G., Rajagopal, S. & Bij de Vaate, A. (Eds.), *The Zebra Mussel in Europe*. Backhuys Publishers, Leiden / Margraf, Weikersheim. 1-10.

Waajen, G. W. A. M. van Bruggen, N. C. B., Dionisio Pires, L., Lengkeek, W., Lüring, M. 2016. Biomanipulation with quagga mussels (*Dreissena rostriformis bugensis*) to control harmful algal blooms in eutrophic urban ponds. *Ecological Engineering* 90 (2016) 141-150.

Wojtal-Frankiewicz, A. & Frankiewicz, P. 2011. The impact of pelagic (*Daphnia longispina*) and benthic (*Dreissena polymorpha*) filter feeders on chlorophyll and nutrient concentration. *Limnologia-Ecology and Management of Inland Waters*, 41 (3), 191-200.

Wong, W. H., & Gerstenberger, S. L. 2011. Quagga mussels in the Western United States: Monitoring and management. *Aquatic Invasions* 6, 125-129.

VERANTWOORDING

Deze Deltafact is opgesteld door Witteveen+Bos, oktober 2016, in opdracht van STOWA.

Auteur M. (Marloes) van der Kamp MSc

Design Shapeshifter, Utrecht

De factsheet is voorgelegd als collegiale toetsing aan Frank Collas MSc, Dr. Lisette de Hoop, Jon Matthews MSc en Dr. Rob Leuven (Radboud Universiteit, Nijmegen). Hun suggesties voor verbetering zijn in de eindversie verwerkt. De lopende initiatieven en projecten zijn voorgelegd ter goedkeuring aan de respectievelijk projectleiders.

DISCLAIMER

De in deze publicatie gepresenteerde kennis en informatie zijn gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit deze publicatie.

LINKS

A <https://www.youtube.com/watch?v=CGpdMhHTdPw>

B <https://www.youtube.com/watch?v=jpgWGWpznHU>

C <http://www.innovatie.waternet.nl/project/quaggamossels>

D <https://www.rijnland.net/over-rijnland/wat-doet-rijnland/schoon-en-gezond-water/downloads-schoon-en-gezond-water/rapport-waterkwaliteitsverandering-in-relatie-tot.pdf/view>