

# BTO Verkennend Onderzoek



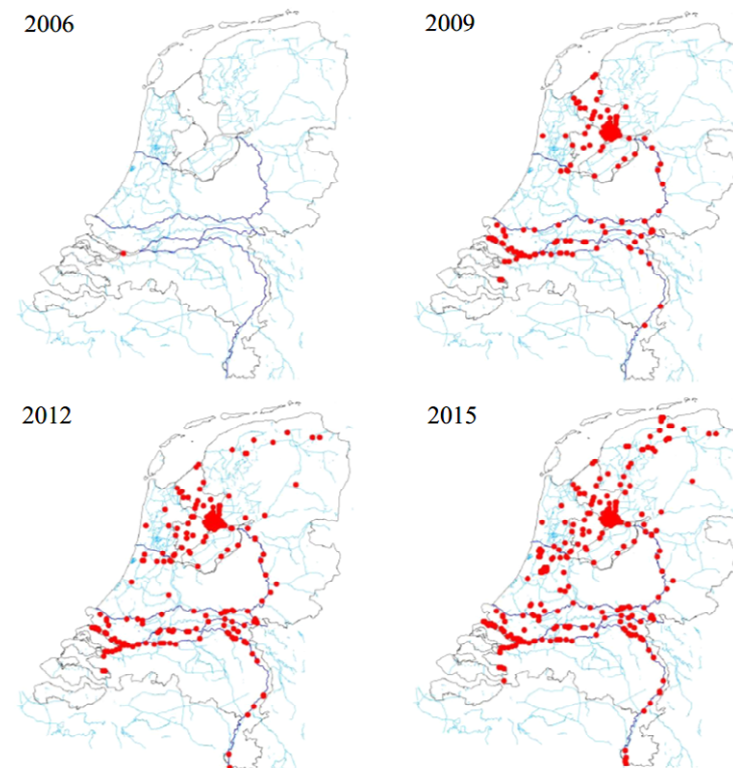
## Effecten van invasieve schelpdieren op drinkwaterproductie en -distributie

### Samenvatting

De Quaggamossel (*Dreissena rostriformis bugensis*) is bezig met een snelle opmars in Nederland, en zal op den duur voorkomen in alle wateren waar de al langer voorkomende Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) wordt aangetroffen. Ook korfmosselen (*Corbicula spp.*) komen steeds vaker voor. Structurele bedekking met schelpdierbanken kan ongunstige effecten hebben op de kwaliteit van het oppervlaktewater en op het ecosysteem. Voor drinkwaterwinning en -distributie lijken schelpdieren voornamelijk mechanische problemen (verstopping) op te leveren, en risico's van massale afsterving in drinkwaterbekkens. Beheersing van schelpdieren is in principe mogelijk, maar er is nog geen 'best practice' voor specifieke situaties.

### Consequenties voor u

	Laag	Middel	Hoog	Beknopte uitleg
Impact				Schelpdierinvasies hebben beheersbare effecten.
Zekerheid				Effecten zijn redelijk goed voorspelbaar.



Plaatsen in Nederland waar de Quaggamossel vanaf 2006 is aangetroffen (uit De Hoop et al., 2015)

## Trendbeschrijving en achtergrond

Schelpdieren kunnen een belangrijk effect hebben op de waterkwaliteit van het zoete oppervlaktewater, omdat ze zwevende deeltjes zoals dood organisch materiaal (detritus) en algen uit het water filteren. In het recente verleden hebben ook niet-inheemse schelpdiersoorten de Nederlandse binnenwateren weten te bereiken. Hierbij vallen twee nauw verwante soorten op: de Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha* Pallas) en de Quaggamossel (*Dreissena rostriformis bugensis* Andrusov). Deze invasieve schelpdieren hebben door hun grote hoeveelheden vrijzwemmende larven in snel tempo nieuwe leefgebieden weten te veroveren.

Door het grote filterend vermogen van deze *Dreissena*-soorten zijn hun invasies aanvankelijk als positief beoordeeld: in sommige oppervlaktewateren zijn in het verleden maatregelen getroffen om de vestiging van driehoeksmosselen te bevorderen. De massale bedekking van oevers en kunstwerken met mosselbanken kan echter ook minder gunstige effecten hebben op de drinkwaterwinning en -kwaliteit.

In deze trendalert worden de mogelijke risico's van deze schelpdierinvasies voor drinkwaterproductie en -distributie beschreven. Verder wordt aangegeven welke beheersmaatregelen ingezet kunnen worden om deze risico's te beheersen, enerzijds gericht op bestrijding van reeds aanwezige mosselbanken, en anderzijds op mogelijkheden om vestiging of afsterven van mosselbanken tegen te gaan.



Quaggamossel op de lege schelp van een Driehoeksmossel (uit Aldridge et al., 2014).

### Verspreiding van de Driehoeksmossel

De Driehoeksmossel *D. polymorpha* Pallas wordt beschouwd als een van de 's werelds meest invasieve exoten. Oorspronkelijk komt deze schelpdiersoort uit de zoete en brakke wateren rond de Kaspische en Zwarte Zee. Net als de in zee

levende eetbare mossel (*Mytilus edulis* L.) hecht de Driehoeksmossel zich aan een harde ondergrond en kan daarbij hele banken vormen.

Dankzij toename van het scheepvaartverkeer en de daarmee gepaard gaande aanleg van nieuwe kanalen (bijvoorbeeld tussen de Zwarte Zee en de Oostzee kon de Driehoeksmossel zich eind 18<sup>e</sup> eeuw-begin 19<sup>e</sup> eeuw door een groot gedeelte van Europa verspreiden. Hier spelen twee mechanismen een rol:

- 1 de volwassen mosselen kunnen zich hechten aan scheepsrompen en zo passief over grote afstanden verplaatst worden;
- 2 de mosselen hebben een grote voortplantingscapaciteit, en larven kunnen zich massaal verspreiden en vestigen in nieuwe gebieden door de onderling verbonden waterwegen.

Ook in Nederland wist de Driehoeksmossel zich zo te vestigen sinds de tweede helft van de 19<sup>e</sup> eeuw. Vervuiling van het water heeft waarschijnlijk geleid tot beperking van de verdere verspreiding en het verdwijnen van reeds gevestigde populaties. Het bijna niet meer voorkomen van de Driehoeksmossel in de grote rivieren in de jaren '70 van de vorige



eeuw wordt dan ook geweten aan de slechte waterkwaliteit destijds (laag zuurstofgehalte en hoge gehalten zware metalen en andere verontreinigingen). Met de verbetering van de waterkwaliteit in de jaren '80 werden de driehoeksmosselen weer in groten getale aangetroffen in de rivieren.

Pas veel recenter (30 jaar geleden) heeft de Driehoeksmossel de oversteek weten te maken naar de Noord-Amerika. In Lake St. Clair (bij Detroit) werden in 1988 de eerste driehoeksmosselen gesignaleerd, waarschijnlijk meegenomen uit Europa in ballastwater van schepen. Sindsdien heeft de Driehoeksmossel zich zeer snel weten te verspreiden over het oostelijk deel van Noord-Amerika (o.a. de Grote Meren) en is twee jaar geleden ook al aangetroffen in Mexico. In Europa gaat de expansie van de Driehoeksmossel nog steeds door, en de soort is nu bijvoorbeeld ook gesignaleerd in de zuidelijke Balkan.

### Verspreiding van de Quaggamossel

In Noord-Amerika worden in de jaren '90 van de vorige eeuw mosselen aangetroffen die in vorm sterk lijken op de Driehoeksmossel, maar toch anders zijn. Genetisch bleken deze mosselen een andere *Dreissena*-soort te zijn en ze kregen de naam Quaggamossel (hun strepenpatroon doet wat

denken aan dat van de uitgestorven Quagga-zebra). Verder onderzoek naar deze soort wees uit dat de nieuwkomer (geïdentificeerd als *D. rostriformis bugensis*) dezelfde soort was als een mossel die voorkomt in het Zwarte-Zeegebied. Waarschijnlijk kwam deze soort al in 1990 voor in Lake Ontario.

De Quaggamossel kwam in de vorige eeuw oorspronkelijk voor in de rivieren Zuidelijke Boeg en Dnjepr in Oekraïne. De soort heeft zich via dezelfde mechanismen als de Driehoeksmossel verder weten te verspreiden: 1. Verspreiding van volwassen mosselen via aanhechting aan scheepsrompen, 2. drijftransport van larven via bestaande en nieuwe waterwegen, en 3. vervoer van larven, juvenielen en volwassenen via ballast-, bilge- en motorkoelwater van schepen. Deze laatste methode is waarschijnlijk een verklaring voor het voorkomen van de Quaggamossel in Noord-Amerika, niet lang na de invasie van de Driehoeksmossel: dankzij het transatlantische scheepvaartverkeer kunnen de mosselen vrij eenvoudig Noord-Amerika bereiken.

Daarnaast kunnen mosselen zich ook middels een vierde mechanisme verspreiden, via andere organismen: door aangroei op organismen met een hard pantser (bijvoorbeeld rivierkreeft) of door overleving in ontlasting van predatoren (vissen, vogels).



Quaggamosselen op een Gevlekte Rivierkreeft in een plas bij Katwijk (foto [Peter F. Klok](#)).



Na de millenniumwisseling weet de Quaggamossel zich in een zeer snel tempo door Europa te verspreiden, waarschijnlijk gefaciliteerd door nieuwe verbindingen tussen riviersystemen zoals het Main-Donaukanaal (tussen Rijn- en Donausysteem), nieuwe inrichting van rivieren en verbetering van de waterkwaliteit. In 2004 wordt de Quaggamossel aangetroffen in het Roemeense gedeelte van de Donau, een jaar later in de Main en nog een jaar later wordt de soort voor het eerst gesignaleerd in Nederland (Hollands Diep). De gemiddelde snelheid van uitbreiding van de Quaggamossel wordt in Europa geschat op 120 km per jaar.

De Quaggamossel vestigt zich alleen in wateren waar zich al driehoeksmosselen bevinden, waarschijnlijk vanwege vergelijkbare voorkeuren voor waterkwaliteit en harde ondergrond. De Quaggamossel heeft wel een snellere groei naar volwassenheid en een hogere voortplantings-snelheid. De Quaggamossel groeit echter veel sneller en weet daarom in korte tijd de rol van Driehoeksmossel als dominante schelpdiersoort in de grote rivieren over te nemen, soms gefaciliteerd door reeds aanwezige banken van driehoeksmosselen.

Vergeleken met de Driehoeksmossel heeft de Quaggamossel een voorkeur voor stilstaande wateren, en voelen zij zich meer thuis in troebel water. De verwachting is dat de Quaggamossel op den duur zal voorkomen in alle met elkaar verbonden waterwegen waar de Driehoeksmossel al voorkomt. Geïsoleerde wateren zijn lastiger te koloniseren, maar niet onmogelijk dankzij 'meeliften' op zaken als pleziervaartuigen en visgerei.

#### Verspreiding van de Korfmossel

In de grote rivieren is een andere groep exotische schelpdieren te vinden, bestaande uit de zeer nauw verwante korfmosselen: de Aziatische korfmossel *Corbicula fluminalis* Müller en de Toegeknepen korfmossel *Corbicula fluminea* Müller. De van oorsprong Aziatische *Corbicula*-soorten zijn eind jaren '80 van de vorige eeuw in het Nederlandse riviereengebied terechtgekomen. De Aziatische korfmossel lijkt alleen voor te komen in de grote rivieren, terwijl de Toegeknepen korfmossel zich ook over andere binnenwateren heeft weten te verspreiden. In tegenstelling tot de Driehoeks- en Quaggamossel leven de korfmosselen niet op maar in het sediment, en worden ze ook aangetroffen in kleinere wateren waar de *Dreissena*-familie zich niet goed kan vestigen. Omdat korfmosselen geen massale banken vormen en zich minder snel

voortplanten lijken ze minder effect te hebben op de oppervlaktewaterkwaliteit, waardoor ze minder intensief gevolgd worden dan de driehoeks- en quaggamosselen.



De twee *Corbicula*-soorten naast elkaar. Links *C. fluminalis* en rechts *C. fluminea* (uit Van der Valk, 2015).

#### Effecten van schelpdierbanken op oppervlaktewatersystemen

Een volwassen Driehoeks- of Quaggamossel filtreert ongeveer een liter water per dag. Een vierkante meter mosselbank met typisch duizenden mosselen



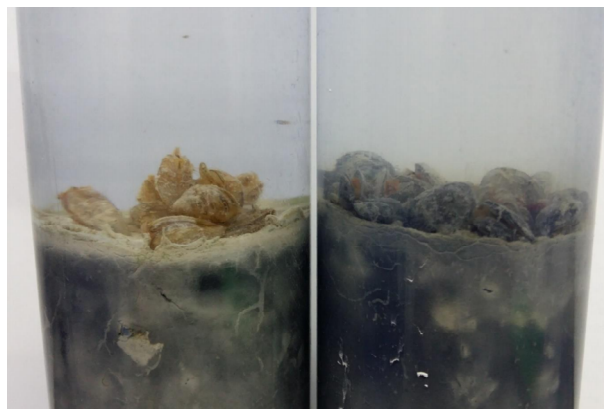


per m<sup>2</sup> filtert dus enkele m<sup>3</sup> per dag. Hierbij worden detritusdeeltjes, algen en (cyano)bacteriën verwijderd uit het oppervlaktewater. Dit is de reden dat in de jaren '90 van de vorige eeuw is geëxperimenteerd met het voorzien van meren en plassen van kunstmatig substraat zoals schelpen en/of het uitzetten van mosselen. Deze maatregelen hadden echter wisselend succes.

#### Effecten op het ecosysteem

Na vestiging van mosselen door uitzet of als gevolg van invasie is aanvankelijk vaak een toename in helderheid te zien. Door het verbeterde lichtklimaat kunnen algen op de bodem (fytobenthos) en/of ondergedoken waterplanten gaan groeien. Selectieve verwijdering van goed eetbare algen kan leiden tot een verschuiving van goed filterbare algen (kleine losse cellen) naar moeilijk filterbare (draad- en kolonievormende) algen en cyanobacteriën, die al dan niet toxisch kunnen zijn. Verder kan de afname van zwevende algen (fytoplankton) leiden tot afname van andere groepen planktoneters die hiervan afhankelijk zijn, zoals het zoöplankton of vislarven. Ook andere bodemorganismen, zoals schelpdiersoorten of kreeftachtigen die hier van nature al langer voorkomen, kunnen verdrongen en/of overgroeid worden door invasieve mosselen. In De Hoop et al. (2015) is een uitgebreide ecologische risicoanalyse

gedaan van introductie van quaggamosselen, en dit risico is met hoge zekerheid als hoog beoordeeld.



*In sterk reductieve bodems en/of in een zuurstofarme waterlaag (rechts) worden in de bodemtoplaag en op de schelp zwarte ijzersulfiden gevormd (uit Lucassen et al., 2018).*

#### Effecten op waterkwaliteit en waterbodems

De grootschalige bedekking van oevers met mosselen en uitwerpselen kan naast een directe afname van de wateruitwisseling ook zorgen voor een afname van zuurstoftransport naar het oevergrondwater, terwijl tegelijkertijd de zuurstofvraag op en in de bodem toeneemt, met als gevolg anaërobie. Beneden een bepaalde diepte is de waterbodem altijd anaëroob, maar deze zone

kan zich uitbreiden naar het oppervlak van de waterbodem en de onderste waterlaag. Onder dergelijke omstandigheden kunnen ongewenste stoffen als fosfaat, ammonium en zelfs het direct toxische sulfide vrijkomen in het water. Een verslechtering van de kwaliteit van de waterbodem kan ook optreden bij periodieke drooglegging van infiltratieplassen, maar doorgaans is de frequentie hiervan laag (bijvoorbeeld eens in de 20 jaar) of blijft de omvang beperkt vanwege een zeer poreuze (zand)bodem.

Bij een verminderd voedselaanbod, bij te lage of te hoge temperaturen, bij te lage pH- of calciumwaarden en bij droogvallen kan massale sterfte van mosselbanken optreden. Dit gaat gepaard met een zeer snelle omslag van de waterkwaliteit: in korte tijd komt hierbij zeer veel rottend materiaal vrij, wat zorgt voor nog meer anaërobie. Hierbij kan door nalevering van nutriënten naar de waterkolom de groei van algen toenemen, zeker nu deze niet meer weggefilterd worden door schelpdieren. In het hele systeem kan hierdoor een zeer snelle omslag in waterkwaliteit optreden, waardoor deze wateren niet meer voldoen aan de daarvoor geldende waterkwaliteit, onder andere vastgelegd in de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). Een dergelijke omslag valt alleen te



verwachten als er sprake is van grootschalige bedekking met mosselbanken.

Daarnaast kan afsterving voor aanvullende microbiologische risico's zorgen: zowel de afstervende biomassa als de uitwerpselen van aaseters die hier op af komen (ratten, meeuwen) kunnen zorgen voor een verhoogd risico op ziekteverwekkers zoals fecale pathogenen. Verder is sprake van een toename van de beschikbare voedingsstoffen voor microbiële groei.

### Maatregelen tegen schelpdieren

In Nederland zijn nog geen kosten bekend van het beheersen van de Driehoeks- en Quaggamosselen. In de Verenigde Staten werden de kosten van het beheersen van de Driehoeks- en Quaggamosselen bij energiecentrales en oppervlaktewaterwinningen vijftien jaar geleden geraamd op 1-3 miljard US\$ per jaar. In de Ebrodelta zijn tien jaar geleden de beheerskosten geschat op 4,5 miljoen euro per jaar. Wanneer ook indirecte effecten van schelpdierinvasies meegenomen zouden worden (zoals veranderingen in het functioneren van ecosystemen) wordt duidelijk dat het potentieel om een omvangrijk probleem gaat.

Maatregelen tegen schelpdieren moeten zich in eerste instantie richten op voorkomen of vertragen

van verspreiding van mosselen door voorlichting, regulering en controles. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken het bevorderen van schoonmaken en beperken van transport van recreatievaartuigen. Preventieve maatregelen kunnen heel goed helpen bij het verlagen van de kosten van actieve bestrijdingsmaatregelen. Als dit onvoldoende baat biedt dan dienen actieve maatregelen genomen te worden, welke zich direct richten op de mosselen. In de eerste plaats betreft dit het voorkómen van hechting aan kritische oppervlakken en/of voorkómen dat transport naar andere gebieden plaatsvindt (proactieve maatregelen). Wanneer mosselen zich eenmaal gevestigd hebben dan kan alleen nog reactief gehandeld worden en dienen de mosselen gedood en/of verwijderd te worden (reactieve maatregelen).

### Proactieve maatregelen: chemische behandeling

Een van de meest gebruikte methodes bij het weren van mosselen uit bepaalde gebieden is toepassen van chemicaliën. De keuze van de stof zal afhangen van de voor- en nadelen van iedere stof in het betreffende water tijdens de behandelingsperiode. Zie Chakraborti et al. (2013) voor een overzicht van de voor- en nadelen van verschillende chemische methodes. Een van de meest toegepaste chemische middelen is hypochloriet (chloring), omdat het een effectief schelpdiergif blijkt te zijn, omdat het vaak

al wordt toegepast bij waterbehandeling en omdat technici en wetgeving bekend zijn met het gebruik ervan.

Chloring blijkt een effectieve en redelijk goedkope chemische methode om mosselbroed te bestrijden, maar brengt wel weer andere risico's met zich mee. Grootste bezwaren hierbij zijn de mogelijke vorming van stoffen als trihalomethanen en chloorazijnzuur, vermindering van de (drink-)waterkwaliteit, veiligheid en risico's van residuen. Voor tijdelijke bestrijding blijkt chloring echter effectief en wordt het in Nederland vaak toegepast in transportleidingen.

Een mogelijk nadeel van chloring is dat volwassen mosselen hypochloriet (en andere toxische stoffen) goed kunnen waarnemen en in reactie hierop gedurende langere tijd hun schelp gesloten kunnen houden. Hierdoor kan een tijdelijke (shock)-behandeling niet altijd even effectief zijn. Verder is er in Nederland vanuit duurzaamheids- en kostenoverwegingen interesse in andere proactieve maatregelen dan chloring.

### Andere proactieve maatregelen

Microzeven en (zand)filters blijken effectieve barrières te zijn tegen verdere verspreiding van mosselen en larven. De poriegrootte en/of de aard



van het materiaal voorkomen dat mosselen en larven doorgelaten kunnen worden. Een aandachtspunt bij zeven is de continuïteit van bedrijfsvoering. Zeven en filters worden weleens uit bedrijf genomen vanwege onderhoud of storingsen. Hiermee vervalt direct de barrièrewerking van deze systemen en zal moeten worden nagedacht over een achtervang hiervoor. Verder worden microzeven vaak alleen in het groeiseizoen toegepast, en wordt in de winter een andere voorbehandeling gebruikt (flocculatie). Omdat de Quaggamossel zich al bij een relatief lage watertemperatuur kan voortplanten (9°C) bestaat hier het risico dat microzeven nog niet in bedrijf zijn op het moment dat er al mossellarven aanwezig zijn.

Andere (niet-chemische) proactieve maatregelen zijn het behandelen van oppervlakken (scheepsrompen, kanaalwanden, buizen) met aangroeiwerende verf of coatings, of het gebruik van aangroeiwerend materiaal. Eerder hiervoor ontwikkelde materialen brachten nogal eens risico's met zich mee zoals het vrijkomen van zware metalen. Tegenwoordig komen er steeds meer nieuwe materialen op de markt die op een niet-toxische wijze de hechting van mosselen bemoeilijken, bijvoorbeeld Teflon- of siliconenachtige materialen of materialen met een specifieke nanostructuur. Dit hoeven overigens niet altijd kunstmatige materialen te zijn: ook op

biofilms en met draadalgen bedekte oppervlakken blijkt de hechting van mosselen minder goed te zijn.

UV-bestraling blijkt zeer effectief te zijn in het doden van mossellarven. Verder kunnen stroomsnelheden boven 2 m s<sup>-1</sup> vrij goed verhinderen dat larven zich hechten aan het substraat. Verder is er in het verleden weleens gekeken naar biologische bestrijding van driehoeksmosselen: inzet van pathogenen of natuurlijke vijanden. Vanwege de lastige beheersbaarheid hiervan is dit niet of nauwelijks in de praktijk gebracht.

#### **Reactieve maatregelen**

Eenmaal gevestigde mosselbanken zijn een stuk lastiger te bestrijden. Reactieve maatregelen gaan veel verder dan proactieve maatregelen omdat hier vrij stevige structuren in een hoge bedekkingsgraad verwijderd dienen te worden. Ook hier kunnen chemicaliën lokaal ingezet worden, maar zijn de benodigde doseringen vaak een stuk hoger dan bij proactief gebruik. Mechanische verwijdering kan toegepast worden middels hogedrukspuiten, schrapen van het oppervlak of schrapen van de binnenzijde van leidingen (pigging). Verder worden allerlei shockbehandelingen toegepast om de mossels af te doden, zoals het water langdurig

verwarmen boven 32°C, bevriezen, creëren van zuurstoftekort of zelfs zuurstofloosheid en het laten droogvallen van systemen.

Een nadeel van reactieve maatregelen is dat dit een grote hoeveelheid dode biomassa oplevert. Voor de schelpen is vaak nog een toepassing te vinden (kalk, binden van fosfaat) maar het vlees is lastiger te verwerken en bederft snel, met alle gevolgen van dien. De biomassa lijkt geschikt om als voer ingezet te kunnen worden voor legkippen: de aminozaursamenstelling is gunstig en het schelpmateriaal voorziet in de kalkbehoefte van de kippen. Het grootste nadeel van deze toepassing lijkt de kwaliteit van het voer te zijn: het vlees zelf is al zeer bederfelijk, en mosselen staan erom bekend dat ze toxische stoffen en pathogenen kunnen ophopen in hun biomassa.

#### **Afwegingskader**

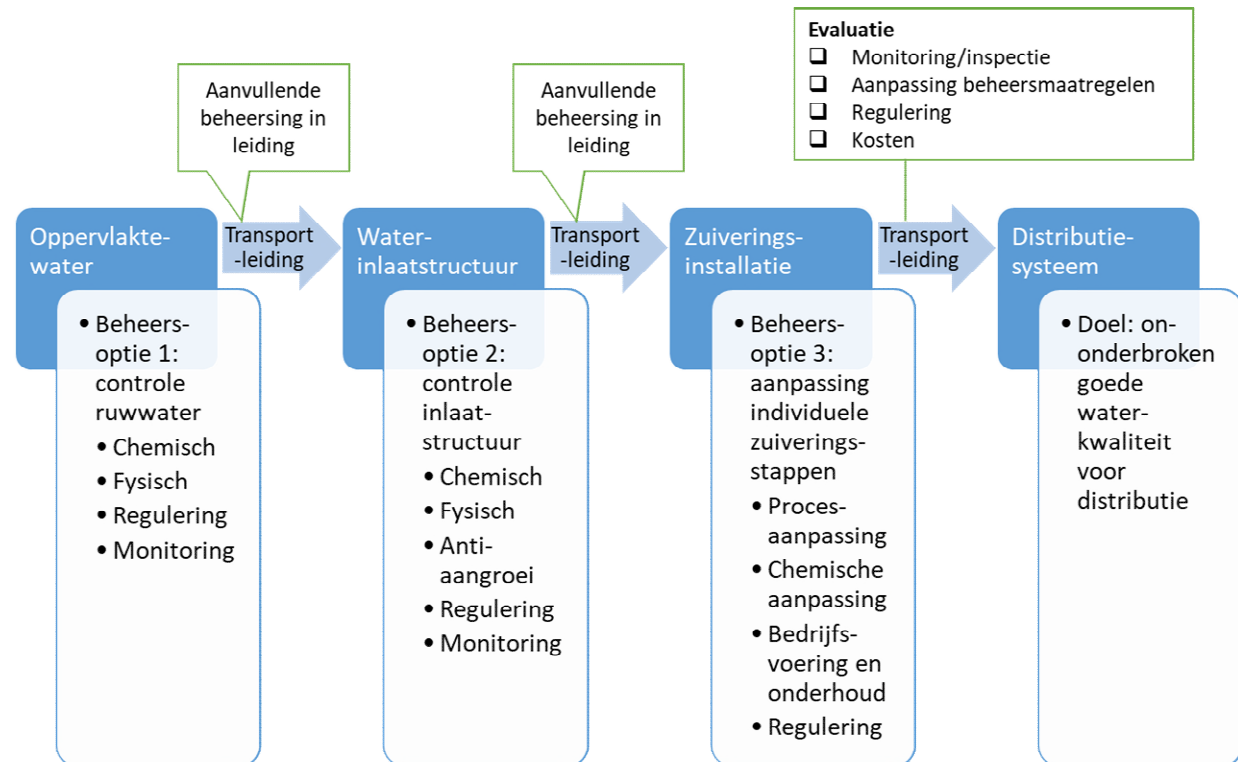
Voor de totale beheersing van invasieve mosselen in een drinkwaterzuivering dienen verschillende beheersopties (keuzes voor maatregelen) voor verschillende procesonderdelen overwogen te worden. Alleen wanneer dit in zijn geheel wordt gedaan ontstaat een systeem waarin meerdere barrières tegen mosselen zijn ingebouwd, en kunnen betere afwegingen gemaakt worden over de te treffen maatregelen. Chakraborti et al. (2013)



hebben hiervoor een conceptueel afwegingskader opgesteld, wat hierna wordt weergegeven.

De eerste beheersoptie gaat over het in te laten oppervlaktewater. Omdat volledige uitroeiing doorgaans niet mogelijk is, is vaak een combinatie van chemische en fysische methodes nodig om de aanvoer te kunnen beheersen. De tweede beheersoptie gaat over het doorgaans meest kwetsbare procesonderdeel, de inlaatstructuur. Wanneer ook mosselen worden aangetroffen in de zuivering, zullen zuiveringsstappen mogelijk aangepast dienen te worden. Daarnaast is ook beheersing van de aangroei in leidingen nodig.

De keuzes die gemaakt dienen te worden zullen sterk afhangen van de situatie en mogelijkheden ter plaatse, maar belangrijk is dat alle beheersopties uiteindelijk worden beoordeeld op effectiviteit. Uitgangspunt hierbij is om een zo continu mogelijke voorziening van water van goede kwaliteit te hebben



Afwegingskader voor te nemen maatregelen tegen scheldieren bij drinkwaterproductie (Chakraborti et al., 2013).



## Relevantie

Naar het zich laat aanzien zal de verdere verspreiding van invasieve schelpdieren in Nederland ook een steeds grotere beheersinspanning vragen van de drinkwaterbedrijven.

De impact van schelpdieren op drinkwaterzuivering en -transport laat zich beschrijven in 3 soorten effecten:

1. Effecten op waterbodem en waterkwaliteit
2. Effecten op waterinname en ruwwatertransport
3. Effecten op zuivering en distributie

### Effecten op waterbodem en -kwaliteit

Zoals eerder beschreven kunnen mosselbanken grote effecten hebben op de waterkwaliteit en de waterbodem. Hoewel de waterkwaliteitseffecten gunstig kunnen zijn voor de drinkwaterwinning (verwijdering van algen en andere zwevende stof) zijn de negatieve effecten voor de waterkwaliteit ongewenst, zeker wanneer sprake is van massale sterfte. Deze sterfte valt in periodes van innamestops, wanneer er weinig alternatieve bronnen voorhanden zijn.



*Drooggevallen mosselbank in de Gijster, een drinkwaterspaarbekken van Evides in de Brabantse Biesbosch (uit Lucassen et al., 2018)*

Hoewel sterfte in spaarbekkens tot nu toe als incidenteel is beschouwd zullen zowel de bedekking van taluds van spaarbekkens als langere periodes van innamestops vaker voor gaan komen door verdere verspreiding van de mosselen en klimaatverandering. Ook bij winningen van oppervlaktewater of oevergrondwater waar zich nog geen mosselbanken hebben gevormd dient geanticipeerd te worden op deze ontwikkelingen. Een voorbeeld hiervan is plaatsing van pompen met een hogere capaciteit bij transportleidingen voor water naar en van de Biesbosch-spaarbekkens (Evides), waardoor de periode van droogval verkort kan worden. Ook een betere menging in spaarbekkens kan ervoor zorgen dat ongunstige waterkwaliteitseffecten van mosselsterfte beperkt blijven.

### Effecten op waterinname en ruwwatertransport

De uitgebreide kolonisatie van allerlei oppervlakken kan leiden tot verstopping van innamepunten, verstopping van transportbuizen en verminderde infiltratiecapaciteit bij de winning van oeverfiltraat. Momenteel vindt bij veel transportbuizen al proactieve bestrijding van aangroei plaats. Driehoeks- en Quaggamosselen, welke veelvuldig voorkomen in de Afgedamde Maas, worden (nog) niet aangetroffen in de duinfiltratieplassen van Dunea. Wel zijn hier Korfmosselen gevonden, mogelijk geïntroduceerd via andere organismen of



als gevolg van het tijdelijk niet in gebruik zijn van microzeven bij de waterinname in Brakel.



Korfmosselelen aangetroffen in een antracietlaag van een snel zandfilter (uit Teunissen, 2009).

### Effecten op de zuivering en het distributiesysteem

In zandfilters voor snelfiltratie van oppervlaktewater (Dunea) worden korfmosselen aangetroffen onderin de antracietlaag van deze filters, dus niet in het zand. Dit wordt niet direct als probleem gezien voor het functioneren van het zandfilter, maar heeft wel gevolgen hebben voor het functioneren van de antracietlaag: de bedweerstand neemt toe en mogelijk kan er (door toename bedhoogte) antraciet

wegspoelen tijdens filterspoelingen. Bij verandering van type voorzuivering van microzeven naar flocculatie kunnen ijzerhydroxidevlokken niet goed afgevangen worden in de antracietlaag, waardoor verstopping van de zandfilters vaker voorkomt.

Het (nog) niet voorkomen van Quaggamosselen in infiltratieplassen komt waarschijnlijk door de goede werking van de snelfilters: voor de larven die hier al doorheen weten te komen is het voorgezuiverde water waarschijnlijk niet voedselrijk genoeg voor hechting aan de transportleidingen. Bovendien hebben de infiltratieplassen een minder geschikte bodem voor hechting van mossellarven.

### Kennisvragen

Vanwege de ervaringen met invasies in Europa en Noord-Amerika zijn de effecten van invasieve scheldieren op drinkwaterwinning en -distributie vrij goed bekend. Er is echter onvoldoende zicht op de kans op massale sterfte in drinkwater-spaarbekkens. Verder zijn er vragen bij beheerders of en wanneer door scheldierfiltratie helder geworden meren en plassen weer troebel kunnen worden bij hoge nutriëntenbelasting en/of afsterven van scheldieren.

Vanuit handelingsperspectief is er interesse in methodes die toegepast kunnen worden voor

(kwantitatieve) monitoring van scheldieren in bepaalde gebieden, mede met het oog op early warning (invasies). Bij de drinkwaterbedrijven is er specifiek behoefte aan meer kennis over alternatieven voor chemische beheersmaatregelen (chloring). Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan water tijdelijk zuurstofarm maken, nieuwe aangroeiwerende materialen of coatings. Een andere veelbelovende optie lijkt manipulatie van de fysische omstandigheden te zijn (bijv. temperatuur, stroomsnelheid, licht) in de periode dat vrijzwemmende larven zich kunnen vestigen op vaste structuren.

### Meer informatie

- Aldridge, D.C., S. Ho & E. Froufe, 2014. The Ponto-Caspian quagga mussel, *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov, 1897), invades Great Britain. *Aquatic Invasions* 9(4): 529–535. <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2014.9.4.11>
- Bij de Vaate, A., G. van der Velde, R.S.E.W. Leuven & K.C.M. Heiler (2013). Spread of the Quagga Mussel (*Dreissena rostriformis bugensis*) in Western Europe. In: *Quagga and Zebra Mussels: Biology, Impacts, and Control*, 2<sup>nd</sup> ed., T.F. Nalepa & D. Schloesser (eds.), pp. 83-92, CRC Press, Boca Raton.



- Chakraborti, R.K., S. Madon, J. Kaur & D. Gabel (2013). Management and Control of Dreissenid Mussels in Water Infrastructure Facilities of the Southwestern United States. In: *Quagga and Zebra Mussels: Biology, Impacts, and Control*, 2<sup>nd</sup> ed., T.F. Nalepa & D. Schloesser (eds.), pp. 215-242, CRC Press, Boca Raton.
- De Hoop, L., M.C.M. Bruijs, F.P.L. Collas, L.M. Dionisio Pires, M. Dorenbosch, A. Gittenberger, J. Matthews, H.H. van Kleef, G. van der Velde, J.A. Vonk & R.S.E.W. Leuven (2015). Risicobeoordeling en uitzetcriteria voor de uitheemse quaggamossel (*Dreissena rostriformis bugensis*) in Nederland. Verslagen Milieukunde nr. 507. Afdeling Milieukunde, Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica, Radboud Universiteit Nijmegen
- Hebert, P. (1989). Ecological and genetic studies on *Dreissena polymorpha* (Pallas): A new mollusc in the Great Lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46: 1587-1591, <https://doi.org/10.1139/f89-202>
- Helpdesk Water (overzicht van proeven met uitzetten van driehoeksmosselen voor verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit), geraadpleegd op 4 juni 2019 via: <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/ecologie/meren/ingreep-biologie/driehoeksmosselen/>
- Ketelaars, H.A.M., & A.J. Wagenvoort (1995). Control of *Dreissena* biofouling by the Water Storage Corporation Brantse Biesbosch. *Journal of Water Supply: Research and Technology – Aqua* 44(1): 97-101.
- Kissman, C.E.H., L.B. Knoll & O. Sarnelle (2010). Dreissenid mussels (*Dreissena polymorpha* and *Dreissena bugensis*) reduce microzooplankton and macrozooplankton biomass in thermally stratified lakes. *Limnology and Oceanography* 55: 1851-1859. <http://dx.doi.org/10.4319/lo.2010.55.5.1851>
- Lucassen, E.C.H.E.T.; A.J.P. Smolders, A. Wagenvoort, H. Castelijns, H.A.M. Ketelaars (2018). Quaggamosselen verlagen de ecologische stabiliteit in de Biesboschbekkens. *H<sub>2</sub>O Online* (22 januari 2018) 1-10. [https://www.h2owaternetwerk.nl/images/H2O-Online\\_180122\\_Quaggamosselen\\_stabiliteit.pdf](https://www.h2owaternetwerk.nl/images/H2O-Online_180122_Quaggamosselen_stabiliteit.pdf)
- McLaughlan, C., P. Rose, & D.C. Aldridge, (2014). Making the Best of a Pest: The Potential for Using Invasive Zebra Mussel (*Dreissena Polymorpha*) Biomass as a Supplement to Commercial Chicken Feed. *Environmental Management* 54 (5): 1102-1109. <https://doi.org/10.1007/s00267-014-0335-6>
- Matthews J., G. Van der Velde, A. Bij de Vaate, F. P. L. Collas, K. R. Koopman, R. S. E. W. Leuven (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. <http://dx.doi.org/10.1007/s10530-013-0498-8>
- Noordhuis R., H.H. Reeders & E.C.L. Marteiijn, 1994. Inzet van Driehoeksmosselen bij biologisch waterbeheer; resultaten van veldexperimenten. *H<sub>2</sub>O* 6: 150-155, 160. <http://edepot.wur.nl/361163>
- Teunissen, K. (2009). Corbicula in snelfilters voorzuivering [sic]. Memo Dunea.
- Van der Valk, B. (2015). Korfmossels (*Corbicula spp.*) aangetroffen in de voormalige Ganzenhoekplas, Meijendel, gemeente Wassenaar. *Hollands Duinen* 65: 21-24.

## Keywords

Schelpdieren, *Dreissena*, Driehoeksmossel, Quaggamossel, *Corbicula*, Korfmossel, invasieve exoten