



BTO Verkennend Onderzoek



Grenzen dicht voor invasieve exoten

Zijn waterbedrijven wel voldoende voorbereid op de gevolgen die invasieve exoten met zich meebrengen? De afgelopen decennia is het aantal exoten dat zich in Nederland heeft gevestigd exponentieel toegenomen. De ecologische en economische schade die invasieve exoten veroorzaken, is ernstig. Zo groeien sloten vol met woekerende invasieve flora zoals de watercrassula en grote waternavel. Verder verzwakken muskusratten dijken door er holen in te graven. Om de opmars van invasieve exoten enigszins binnen de perken te houden geven organisaties in de watersector jaarlijkse miljoenen euro's uit aan bestrijding en beheersing. Voor nieuwe exoten is systeemgericht natuurherstel, met maatwerk op basis van een goede gebiedsanalyse, de meest (kosten)effectieve (preventie)maatregel. Een gezond ecosysteem rijk aan biodiversiteit is veerkrachtig tegen invasies. Maar in het huidige verstoorde, eentonige milieu zijn de problemen met invasieve exoten inmiddels zo acuut dat integrale responsstrategieën in de watersector hard nodig zijn om de kosten binnen de perken te houden.



De van oorsprong uit Noord-Amerika komende rode rivierkreeft plant zich snel voort en tast (inheemse) vegetatie en dijken aan.



Trendbeschrijving en achtergrond

De ecologische en economische gevolgen van de massale uitbreiding van invasieve exoten zijn ernstig. Aan de bestrijding van de muskusrat en exotische waterplanten bijvoorbeeld, besteden waterschappen tientallen miljoenen euro's per jaar. Daarnaast is de aanwezigheid en bestrijding van de Amerikaanse vogelkers in duingebieden een hoge kostenpost voor drinkwaterbedrijven. De lidstaten van de Europese Unie geven jaarlijks gezamenlijk meer dan 12 miljard euro uit aan maatregelen om de verspreiding van invasieve soorten onder controle te houden en de schade die zij veroorzaken te herstellen. Kortom, strategisch beleid in de watersector om deze exoten weg te werken is uitermate urgent.

De opmars van invasieve exoten en de gevolgen die deze met zich meebrengen voor het Nederlandse milieu en de economie krijgen steeds meer aandacht in de media. Dit heeft misschien deels te maken met de aandacht voor klimaatverandering rondom de klimaatconferentie van Katowice en ook het biodiversiteitsverlies (zie BTO trendalert 2016: Afnemende Biodiversiteit: indicator voor een zesde uitstervingsgolf?). Zo besteedde recentelijk het watervakblad "H₂O" (10^e editie 2018) en het wetenschappelijke tijdschrift "Landschap" (4^e editie

2018) aandacht aan de gevolgen van invasieve exoten op het Nederlandse milieu.

In deze trendalert is gekeken naar wat voor beheers- en bestrijdingsmaatregelen waterbedrijven kunnen nemen om (invasieve) exoten effectief aan te pakken en welke integrale responsestrategieën er mogelijk zijn tussen waterbedrijven onderling. Om dit in kaart te brengen is eerst de trendmatige ontwikkeling geschetst over de komst van (invasieve) exoten gevolgd door een sectie betekenisgeving. Vervolgens zijn de drijvende en tegenwerkende krachten van invasieve exoten uitgelicht alsmede een verdiepingsstuk over de huidige Europese wetgeving rondom de EU-exotenverordening. Middels de opgedane kennis van de drijvende en tegenwerkende krachten is er tot slot een toekomstbeeld geschetst over de mogelijke verdere ontwikkelingen van invasieve exoten.

Exponentiële toename

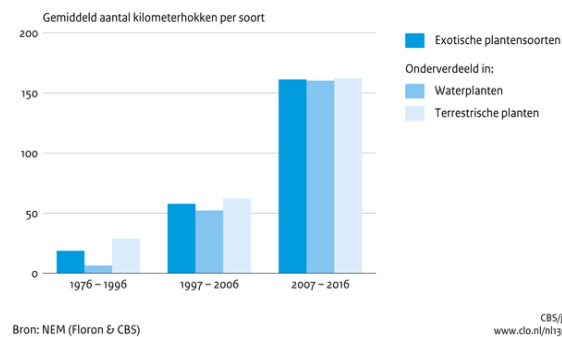
Exoten komen al langere tijd naar Nederland. Daarom is een referentiejaar nodig. Vaak wordt het jaar 1500 gekozen, omdat toen de trans-Atlantische uitwisseling van soorten begon, de zogeheten *Columbian exchange*. De eerste goed gedocumenteerde invasieve exoot was ongetwijfeld de Amerikaanse brede waterpest die in het midden

van 19e eeuw naar Nederland gekomen is. Deze zorgde voor aanzienlijke ecologische problemen onder Nederlandse waterplanten. Vanwege de verslechterde waterkwaliteit gedurende de 20^{ste} eeuw, is deze exoot enigszins onbedoeld in bedwang gehouden. In het geval van de Amerikaanse brede waterpest kwam het toevallig vanzelf goed, maar het is nog maar zeer de vraag of dit in de toekomst ook zo zal verlopen met nieuwe exotische soorten.

Het aantal exoten dat naar Nederland gekomen is, is de laatste paar decennia exponentieel toegenomen. Volgens het Nederlands soortenregister vestigden zich in de eerste 400 jaar (na 1500) 269 soorten, in de daaropvolgende eeuw waren dat er 749 en in de afgelopen 10 jaar waren dat er zelfs 340. Specifiek voor invasieve flora is de trendmatige ontwikkeling van de verspreiding in Nederland bijgehouden in cijfers van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). In de onderstaande figuur is een dramatische toename te zien in het aantal invasieve plantensoorten die zich in Nederland gevestigd hebben, vooral tussen 2007 en 2016.



Verspreiding van exoten in Nederlandse flora



Beeld: Verspreiding van invasieve flora in Nederland (CBS, 2017). Met km-hokken wordt bedoeld een vierkant gebied van 1×1 kilometer.

Exoot, invasieve exoot

Wanneer is een soort een exoot? En wanneer wordt een exoot invasief? Volgens het United Nations Environment Program (UNEP) zijn exoten soorten die bewust of onbewust buiten hun natuurlijke verspreidingsgebied zijn geïntroduceerd door menselijk handelen, bijvoorbeeld door koophandel, vrijlating of via het meeliften op voertuigen. Daaronder vallen dus *niet* de soorten die zich op eigen kracht hebben verspreid naar een ander gebied, al dan niet onder invloed van klimaatverandering.

Volgens het Nederlands soortenregister zijn er 2172 exoten in Nederland, waarvan 1197 aangemerkt worden als “gevestigde exoot”, soorten die zich in Nederland succesvol hebben kunnen voortplanten en vermeerderen. Dit wil nog niet zeggen dat deze gevestigde exoten ook invasief zijn. Exoten worden volgens het Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) pas als *invasief* beschouwt wanneer ze grote nadelige gevolgen hebben voor de natuur, economie en/of de volksgezondheid. Een invasieve exoot moet met succes de inheemse soorten kunnen verdrijven van voedsel en habitat en zich ruimtelijk verspreiden in zijn nieuwe omgeving door massaal voort te planten. Prof. dr. Rob Leuven van de Radboud Universiteit Nijmegen, expert op het gebied van de effecten van invasieve exoten op het milieu, beweerde in het programma Vroege Vogels (17 september 2017) dat zo’n 10-15% van de gevestigde exoten (1197) schadelijk is voor het milieu en de economie.

Het valt op dat vrijwel alle invasieve soorten bepaalde kenmerken delen. Zo zijn de meeste invasieve soorten tolerant voor verschillende klimatologische omstandigheden, bodemprofielen en waterkwaliteit (habitat generalisten). Een ander kenmerkend aspect is dat invasieve exoten een divers dieet hebben (resource generalisten). Dit stelt hen in staat om te overleven van meerdere

voedselbronnen voor het geval een bepaald type voedsel schaars wordt. Maar de potentie voor een invasie hangt ook af van de milieumomstandigheden. Los van de kenmerken van de exoten, is het milieu waarin ze terechtkomen vaak niet resistent genoeg om op korter termijn de invasieve exoten op te kunnen opvangen. Dit komt door andere trends, zoals bijvoorbeeld biodiversiteitsverlies. Natuurlijke vijanden ontbreken, waardoor de invasieve soort zich ongestoord kan vermeerderen ten koste van de resterende inheemse soorten.

In 2015 heeft een expertpanel, bestaande uit onderzoekers in opdracht van het toenmalige Ministerie van Economische Zaken, in kaart gebracht welke exoten in Nederland de meeste effecten hebben op biodiversiteit, ecosystemen en economie. Een voorselectie van 152 invasieve exoten werd gemaakt, waarvan 90 soorten in aanmerking kwamen voor een nationaal gecoördineerde aanpak. Een alarmerende conclusie van dit rapport is dat een aanzienlijk deel van deze invasieve exoten al wijdverspreid aanwezig is in Nederland, waardoor eliminatie praktisch gezien niet meer uitvoerbaar is dan wel alleen mogelijk is tegen zeer hoge kosten. De trend is dus dat invasieve exoten vaak te laat gesignaleerd worden en/of een effectieve responsstrategieën te lang op zich hebben laten wachten.



Een aantal van de wijdverspreide invasieve soorten in Nederland heeft direct of indirect impact op de watersector. De bekendste: Japanse duizendknoop, watercrassula, muskusrat, grote waternavel, Amerikaanse vogelkers, rode Amerikaanse rivierkreeft, zonnebaars, ongelijkbladig vederkruid en parel vederkruid¹.



Beeld: De Amerikaanse rode rivierkreeft in zijn verdediging houding. Volgens het NVWA is deze invasieve exoot anno 2018 wijdverspreid in Nederland, vooral in sloten in West-Nederland vlakbij steden.

Drijvende krachten

Het Nederlandse platform “stop invasieve exoten” onderscheidt vier drijvende krachten die (invasieve) exoten geholpen hebben zich (in Nederland) te

vestigen. De toenemende globalisering heeft deze krachten versterkt:

1. Handel
2. Wegvallen van fysieke barrières
3. Doelbewust vrijlaten
4. Toerisme

Handel

Door het toenemende verkeer van goederen en personen over grote afstanden neemt de kans toe dat planten en dieren over de wereld verspreid worden. Grote schepen, zoals containerschepen, gebruiken bijvoorbeeld zogeheten ballastwater om stabiliteit te geven wanneer het schip niet (volledig) geladen is. Water wordt ingenomen op één plek en geloosd op een andere plek in de wereld. Een deel van de waterorganismen die meegaat met het ballastwater overleeft de rit en worden bij de lozing uitgezet in een nieuw milieu. Via deze route hebben een aantal (invasieve) exoten zich kunnen vestigen in kustgebieden. De driehoeksmossel, een zoetwatermossel oorspronkelijk uit Rusland en Ukraine, heeft zich via ballastwater naar de Verenigde Staten verplaatst waar het aanzienlijke schade richt aan de inheemse mosselen, schepen en koelinstallaties. Naast ballastwater kunnen schepen ook (invasieve) exoten meenemen op de scheepsromp. In de haven van vertrek kunnen

allerlei waterorganismen zich hechten aan de romp die mee kunnen liften tot aan de haven van aankomst.

Ook insecten worden verspreid doordat ze meeliften met producten die door andere landen geïmporteerd worden. Een voorbeeld hiervan is de tijgermug die via bamboe of gebruikte autobanden uit Zuidoost Azië meelift naar andere werelddelen. De tijgermug wordt sinds 2005 incidenteel gesignaleerd in Nederland, maar het is nog niet duidelijk of deze soort zich daadwerkelijk heeft kunnen vestigen in Nederland. Als de klimaatverandering mildere winters met zich meebrengt dan is er grote kans dat een tijgermugpopulatie zich permanent kan vestigen. Deze mug verspreidt gevaarlijke ziektes als knokkelkoorts en het zikavirus.

De import van exotische huisdieren en planten is ook een grote boosdoener voor inheemse soorten. Exotische huisdieren zoals reptielen en tropische vogels willen nog wel eens ontsnappen of worden door de eigenaar vrijgelaten wanneer er niet meer voor ze gezorgd kan worden. Een aantal van de soorten overleeft het nieuwe milieu niet, maar een deel weet zich prima aan te passen. De halsbandparkiet en de nijlgans zijn welbekende voorbeelden van invasieve vogelsoorten die

¹ Zie Tabel 1 in de annex voor een uitgebreider overzicht.



ontsnapt zijn uit volièrès en zich prima hebben aangepast in Nederland.

Ook in de plantenwereld komen plantensoorten in het Nederlandse milieu terecht die daar niet thuishoren. Tuincentra verkopen exotische plantensoorten die in sommige gevallen terecht komen in het Nederlandse milieu door bijvoorbeeld eigenaren die overtollige tuin- of vijverplanten uitzetten in de omgeving. Via deze route zijn eerder genoemde invasieve soorten zoals de grote waternavel, parel vederkruid en Japanse duizendknoop naar Nederland gekomen.

Wegvallen van fysieke barrières

Het verspreiden van soorten tussen gebieden wordt in veel gevallen tegenhouden door barrières zoals zeeën en bergketens. Echter helpt de mens tegenwoordig onbedoeld een handje mee door deze blokkades weg te nemen. Een goed voorbeeld is het graven van het Rijn-Main-Donaukanaal in 1992, waardoor de stroomgebieden van de Rijn en Donau verbonden werden. Zo ontstond er een zoetwaterverbinding tussen de Noordzee en de Zwarte Zee, waardoor veel invasieve soorten, zoals de zwartbekgrondel, uit het stroomgebied van de Donau in het stroomgebied van de Rijn konden komen. Hetzelfde geldt voor de opening van het Suezkanaal dat in 1869 de Rode Zee verbond met

de Middellandse Zee. Sindsdien is er biologische uitwisseling tussen de ecosystemen in beide zeeën die voorheen nooit met elkaar verbonden waren.

Doelbewust vrijlaten

Sommige (invasieve) exoten hebben zich ook kunnen vestigen doordat ze doelbewust worden ingezet. In Nederland mogen bepaalde invasieve vis- en schelpdiersoorten op grond van de Visserijwet vrij in Nederland worden uitgezet, voor de visserij en hengelsport. Als gevolg hiervan spoelt bijvoorbeeld de Amerikaanse zwaardschede nu massaal aan langs de Nederlandse kusten. Naast recreatieve overwegingen kunnen soorten ook doelbewust worden ingezet ter bestrijding van een bepaald probleem. De reuzenpad bijvoorbeeld, oorspronkelijk uit Midden- en Zuid Amerika, veroorzaakt momenteel aanzienlijke ecologische en economische schade aan in Noordwest Australië door haar agressieve dieet, snelle voortplanting en gif dat vrijkomt uit de klieren wanneer de pad verorberd wordt. Deze soort werd in 1935 uitgezet om suikerrietplantages te beschermen tegen verschillende soorten kevers. Echter, de reuzenpad kwam de kevers nauwelijks tegen, aangezien de kevers boven in het suikerriet leefden, terwijl de reuzenpad van nature een typische bodembewoner is. Inmiddels leven er naar schatting 200 miljoen reuzenpadden in Australië.

Toerisme

De invloed van toerisme op het verspreiden van (invasieve) exoten is kleiner in vergelijking met de voorgaande drie drijfkrachten, maar het is toch noemenswaardig. Om thuis te genieten van de vakantiesfeer, nemen toeristen, zaden, planten of zelfs diersoorten mee vanuit het buitenland. Op vliegvelden wordt tegenwoordig wel (streng) gecontroleerd of er niet soorten worden meegenomen die tot ecologische schade kunnen leiden. Soms nemen toeristen ook onbedoeld soorten mee vanuit het buitenland. Hierbij kan gedacht worden aan insecten of zaden die in schoenzolen of andere kleding meereizen.

Tijdens de [derde DWSI denktanksessie van 2018](#) noemde Dr. Hein van Kleef, expert op het gebied van invasieve aquatische macrofauna en vissen van de Radboud Universiteit en Stichting Bargerveen, naast deze vier drijvende krachten ook een vijfde conditie die de invasie van exoten bevordert: een verstoord, eentonig milieu dat verzwakt is door biodiversiteitsverlies onder de inheemse soorten. Deze kenmerken omschrijven de condities op veel plekken in Nederland, en dus zijn invasieve exoten bijzonder succesvol in ons land. Op deze manier zijn invasieve exoten meer symptoom van een achterliggend probleem (biodiversiteitsverlies) dan een elementair probleem op zich. Deze constatering



vormt ook de basis voor zinvolle strategieën gericht op bestrijding en preventie van invasieve exoten: Stysteemgericht natuurherstel met maatwerk op basis van een goede gebiedsanalyse (van Duinen et al., 2014).

Preventie

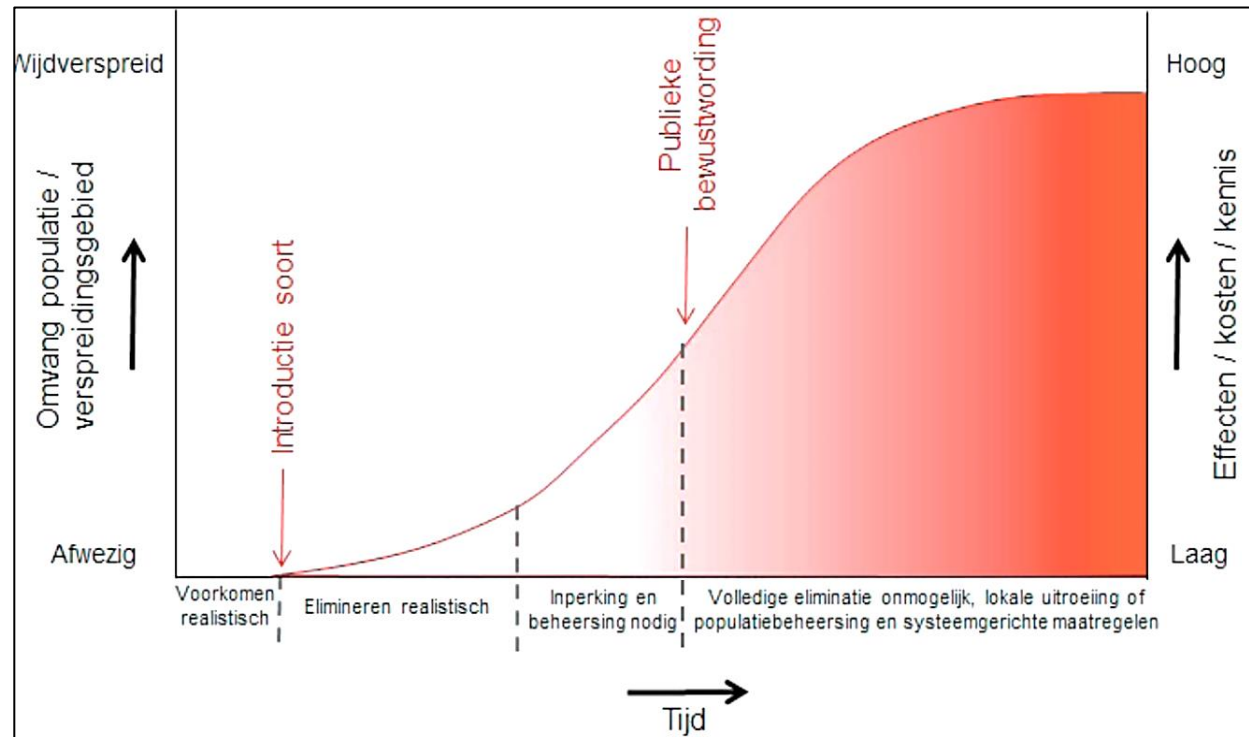
De explosieve verspreiding en invasie van exoten de afgelopen tien jaar is niet onopgemerkt gebleven en diverse groepen zijn al lange tijd bezig met bestrijding en preventie. Beleidsmakers, waterprofessionals en andere belanghebbenden zien de wijdverspreide schade die deze (invasieve) exoten aanrichten en proberen op verschillende manieren om de opmars van (invasieve) exoten tegen te gaan.

Preventie is de meest kosteneffectieve strategie, aangezien terugkerende bestrijdingskosten voorkomen worden. Voorkomen is dus beter dan het behandelen, zeker als genezen fysiek en/of financieel onmogelijk wordt.

Het grootste deel van de (invasieve) exoten in Nederland is bewust ingevoerd en al dan niet met opzet in de natuur losgelaten. Met behulp van goede voorlichting over invoering en loslating worden introducties van invasieve exoten daarom ook voor een belangrijk deel voorkomen.

Communicatie over (invasieve) exoten naar burgers en bedrijven is daarbij belangrijk. Waterschappen zijn al actief bezig met een campagne “geen exoot in de sloot” om bewustzijn te creëren over de consequenties van het vrijlaten van (invasieve) exoten in de sloot. Dit is een belangrijke eerste stap.

Uit onderzoek van Hoop & Leuven (2017) blijkt dat het publieke bewustwording van de aanwezigheid van een bepaalde invasieve exoot meestal te laat tot stand komt. Tegen de tijd dat alles bekend is over de invasiebiologie van die soort, zijn de bestrijdings- en beheerskosten aanzienlijk gestegen



Beeld: Samenhang van toename populatieomvang en verspreiding van invasieve exoten over de tijd met toename van effecten, kosten en beschikbare kennis (Hoop & Leuven, 2017).



(zie onderstaande figuur). De uitdaging is dus om eerder het publieke bewustzijn te bewerkstelligen om de kans tot volledige uitroeiing te vergroten tegen lagere bestrijdingskosten.

Naast het verhogen van het bewustzijn onder burgers, worden burgers ook al actief aangemoedigd om nieuwe (invasieve) exoten vroegtijdig te signaleren. Burgers zijn erg betrokken in hun direct omgeving en worden door onder andere waterschappen verzocht om de aanwezigheid van (invasieve) exoten door te geven via apps als “Invasive Alien Species Europe” en “Snapp de exoot”. Volgens Dr. Hein Van Kleef, exotendeskundig bij Stichting Bargerveen, doet Nederland het goed in het vroegtijdig signaleren van (invasieve) exoten. Nergens anders in de wereld is de dichtheid aan waarnemers zo hoog als in Nederland.

Ook burgerwetenschap heeft een aanzienlijke bijdrage geleverd aan het in kaart brengen en signaleren van (invasieve) exoten. Het Duitse project “Mueckenatlas” bijvoorbeeld, werd in 2012 gestart om beter toezicht te krijgen op het aantal soorten (invasieve) muggen. Tussen 2012 en 2015 werden er ruim 30.000 muggen verzameld door burgers. De meeste muggen waren inheems, maar er bleken ook aardig wat uitheemse muggensoorten bij te

zitten. Deze uitheemse soorten worden nu extra in de gaten gehouden om ervoor te zorgen dat ze niet invasief worden (Walther & Kampen, 2017).

Een andere tegenwerkende kracht die het exotenprobleem aan de voorkant bestrijdt is het “weerberaarder” maken van ecosystemen. Volgens Van Kleef reageren (invasieve) exoten goed op kansen en profiteren ze van verstoorde en aangetaste ecosystemen. Bij een verstoring in het ecosysteem, bijvoorbeeld een verminderd aantal insecten, ontstaat er een “ruimte” die opgevuld kan worden door andere soorten. Als die ruimte opgevuld wordt door exotische soorten, is er sprake van een invasie. Wanneer ecosystemen weerbaarder worden, kunnen (invasieve) exoten minder makkelijk voet aan de grond krijgen.

Een belangrijke preventiemaatregel tegen een invasie van exoten bestaat dus uit het vergroten van de biodiversiteit en/of het versterken van inheemse populaties. De inheemse snoek wordt bijvoorbeeld uitgezet ter bestrijding van de uitheemse invasieve zonnebaars. En in het Verenigd Koninkrijk wordt een [proef uitgevoerd](#) met inzet van een exotische mijt ter bestrijding van Watercrassula.

Het weerbaar maken van ecosystemen wordt volgens Van Kleef in Nederland nog onvoldoende

ingezet als preventiemaatregel. Deze benadering begint echter langzaam terrein te winnen, onder andere door de stijgende kosten van beheersing en bestrijding van reeds gevestigde exoten.

Mechanisch of biologisch bestrijden?

Het tijdstip van beheer en de keuze van maatregelen worden bepaald door de mate van verspreiding van de (invasieve) exoot². Als de exoot nog niet wijdverspreid is dan is het minder belangrijk om de eigenschappen van de soort volledig te doorgronden. De bestrijding is dan gericht op het zo snel mogelijk elimineren van de exoot voordat deze zich kan vestigen en voortplanten.

Indien het onmogelijk blijkt om de exoot volledig te elimineren, dan is beheer en bestrijding gericht op het terugdringen van de soort tot een niveau dat deze geen negatieve impact heeft op de samenleving en het milieu. In dat geval zijn er voor waterorganisaties meestal twee beheermaatregelen mogelijk: mechanische en/of biologische bestrijding. Chemische bestrijding, door bijvoorbeeld het gebruik van herbiciden, is vrijwel overal verboden in Nederland.

² Zie bovenstaande beeld van Hoop & Leuven (2017) over de samenhang van toename populatieomvang en verspreiding van invasieve exoten over de tijd.



Veelgebruikte mechanische beheersmaatregelen zijn maaien, kappen, vangen en rooien. In het Verenigd Koninkrijk bijvoorbeeld, is de muskusrat met succes geëlimineerd nadat er in de jaren 60', 70' en 80' intensief vallen werden uitgezet om de invasieve populatie te elimineren. Daarnaast zorgde een aantal zeer strenge winters ervoor dat de muskusrat moeilijk stand kon houden. Sinds 1989 zijn er geen waarnemingen meer geweest van deze soort in het Verenigd Koninkrijk. Als eiland is de invoer van muskusratten over de landsgrenzen van het Verenigd Koninkrijk makkelijker te bewaken dan in Nederland.

Het fysiek wegwerken van invasieve populaties kost echter altijd veel arbeid en geld. Volgens Van der Weijden et al. (2007) wordt de jaarlijkse rekening voor exotenbestrijding in Nederland geschat tussen de 1,1 en 3,1 miljard. De bestrijdingskosten voor de Europese Unie worden geschat op minstens 12 miljard euro per jaar, maar waarschijnlijk is dit meer dan 20 miljard euro per jaar. Hoewel het consequent uitvoeren van mechanische bestrijding soms succesvol kan zijn, is het toch vaak lastig gebleken om een invasieve populatie onder controle te houden. Vooral bij invasieve flora zien we dit het duidelijkst.

Veel (invasieve) flora hebben een groot opslagvermogen, waarbij zeer kleine plantfragmenten kunnen uitgroeien tot nieuwe invasies. Welke methodes zouden waterorganisaties kunnen gebruiken om mechanische bestrijding effectiever te maken? We hebben in ieder geval gezien dat voor succesvolle mechanische bestrijding het van belang is dat er uiterst gestructureerd en secuur wordt gewerkt met de juiste gekwalificeerde mensen die het gebied goed kennen. Er zijn diverse voorbeelden van organisaties die het mechanisch bestrijden hebben overgelaten aan onervaren aannemers die het gebied niet kennen, waardoor de bestrijding grotendeels mislukt.

Een ander belangrijk aspect voor succesvolle bestrijding en beheersing van een invasieve exoot is maatwerk. Onder wat voor omstandigheden vindt de invasie plaats? Kan je maaien of moet je met de hand aan de slag? Goede monitoring zorgt er bijvoorbeeld voor dat je uitvoering aangepast wordt aan de omstandigheden.

Biologische bestrijding, zoals bijvoorbeeld de inzet van exotische mijt ter bestrijding van *Watercrassula*, en het weerbaarder maken van ecosystemen, zijn beheerstrategieën die meestal minder kosten met zich meebrengen. Het introduceren van natuurlijke

vijanden van een soort kan echter ook problematisch zijn, omdat deze vijanden meestal zelf ook exoten zijn. Het is in Nederland daarom ook verboden om exotische natuurlijke vijanden van een (invasieve) exoot te introduceren. Wel wordt er gewerkt met inheemse potentiële natuurlijke vijanden, zoals de uitzetting van de inheemse snoek ter bestrijding van de invasieve zonnebaars.

Systeemgericht natuurherstel, met maatwerk op basis van een goede gebiedsanalyse, blijft dus de meest kansrijke strategie in Nederland volgens Van Kleef. Maar het is maar zeer de vraag of we al zo ver zijn dat we het manipuleren van een ecosysteem ook daadwerkelijk goed kunnen doen, en alle consequenties van zo'n ingreep kunnen voorzien. Zou het versterken van een inheemse populatie zoals de snoek misschien op de langer termijn ook negatieve gevolgen kunnen hebben?

Beheersen

Naast preventiemaatregelen, zoals het weerbaarder maken van ecosystemen, en bestrijding zijn er ook maatregelen die bestaande invasieve populaties helpen beheersen. Het bestrijden van (invasieve) exoten is soms fysiek onmogelijk, en dan is het beheersen de enige overblijvende optie. Meer dan de helft van de in Nederland gevestigde invasieve exoten zijn niet kansrijk voor succesvolle eliminatie.



Het beheersen van (invasieve) exoten wordt in het algemeen gezien als een taak van de overheid. Echter, net zoals bij het vroegtijdig signaleren, kunnen ook burgers betrokken zijn om bepaalde invasieve exoten fysiek weg te werken. In de Verenigde Staten hebben burgers zelfs het beheersen van invasieve soorten weten te combineren met recreatie. Jaarlijks wordt er sinds 2005 in Bath, Illinois de zogeheten Redneck Fishing Tournament gehouden langs de Illinois River ter bestrijding van de oprukkende zilverkarper.

De zilverkarper, oorspronkelijk uit China afkomstig, is erg gevoelig voor onderwatertrillingen. Deze vis heeft de neiging zich bij voorbijkomende boten uit het water te lanceren tot wel drie meter hoog. Tijdens de Redneck Fishing Tournament wordt daar een spel van gemaakt: wie de meeste zilverkarper weet te vangen, wint. Tijdens elk toernooi worden er duizenden zilver karpers gevangen. Wellicht niet genoeg om de zilver karper helemaal uit te roeien in dat deel van de rivier, maar het zorgt er wel voor dat de invasieve populatie enigszins binnen de perken blijft.



Beeld: Het Redneck Fishing Tournament in Bath, Illinois, Verenigde Staten. Deze invasieve exoot, zilverkarper, springt uit het water waarna deelnemers er zoveel mogelijk moeten proberen te vangen.

Naast bestrijding door vrijwilligers kan een invasieve populatie worden beheerst door (financiële) waarde te hechten aan het vangen van (invasieve) exoten. Wanneer een (invasieve) soort commerciële waarde heeft, bijvoorbeeld voor consumptiedoeleinden, zullen burgers en overheidsinstanties meer getriggerd zijn om deze te vangen. De eerder genoemde rode Amerikaanse rivierkreeft, bijvoorbeeld, smaakt volgens culinaire chefs voortreffelijk en wordt op plekken in Nederland door professionele vissers met fuiken gevangen. Het is de vraag of deze wijze van bestrijding een (invasieve) populatie op langer

termijn daadwerkelijk bestrijdt. Zodra de vraag afneemt, zal de (invasieve) exoot zich weer kunnen vermeerderen doordat er minder gevangen wordt. Door een markt te creëren ontstaat tegelijkertijd de drijfveer om een minimum populatie van de relevante exoot in stand te houden.

Tot slot, heerst er nog het argument dat de natuur het exotenprobleem uiteindelijk oplost. Naarmate de evolutie zich vordert zullen inheemse soorten resistent worden of beter aangepast zijn aan de komst van (invasieve) exoten. Bijvoorbeeld, sommige slangensoorten in Australië zijn resistenter geworden tegen het gif van de invasieve reuzenpad. Het is echter nog maar zeer de vraag hoe lang dat kan duren. Ecosystemen hebben geruime tijd (honderden jaren) nodig om in evenwicht te komen, en ecosystemen kunnen ook onomkeerbare schade oplopen waardoor het nieuwe systeem evenwicht minder biodiversiteit bevat dan voorheen. Herstel van een verstoord, eentonig milieu dat verzwakt is door biodiversiteitsverlies gaat niet vanzelf.

Niet-inheemse soorten kunnen op den duur zodanig ingeburgerd raken, dat botanici ze toch tot de Nederlandse flora en fauna rekenen. Daarvoor moet de soort dan in het Nederlandse klimaat levensvatbaar zijn en zich vervolgens zelfstandig



kunnen handhaven en voortplanten. Het Rijksherbarium hanteert hier bepaalde criteria voor. Voorbeelden van ingeburgerde soorten die op deze lijst staan zijn brede en smalle waterpest. [Experts waarschuwen](#) echter voor het meetellen van uitheemse soorten als het om de lokale biodiversiteit gaat (Pauchard et al., 2018). De mondiale biodiversiteit zou dan alsnog achteruit gaan terwijl we lokaal misschien de schijn kunnen creëren dat het qua aantal soorten meevalt.

19 december 2018 presenteerde het Netherlands Ecological Research Network (NERN) het Deltaplan Biodiversiteit. Dit deltaplan bestaat uit een visie voor 2030 en een systematiek die impacts met gestandaardiseerde KPI's meetbaar maakt, waarbij grondgebruikers beloofd worden voor inspanningen die daadwerkelijke biodiversiteitswinst opleveren. Het idee is om een integraal aanpak mogelijk te maken en losse initiatieven te verbinden. In het deltaplan worden exoten aangewezen als een van de factoren die biodiversiteitsherstel bemoeilijkt. Waterschappen en waterbedrijven zaten tot nu toe niet aan tafel bij het opstellen van dit Deltaplan Biodiversiteit, maar ze worden daar [nu voor uitgenodigd](#).

EU-exotenverordening

Preventieve, beheersing en bestrijdingsmaatregelen zijn tegenwoordig geborgd in Europese regelgeving. Nationaal beleid heeft vrij weinig zin als omliggende landen niks doen. Daarom heeft de Europese Unie in 2016 een Europese verordening in werking gesteld waarop de belangrijkste 49 invasieve exoten staan (EU-exotenverordening 1143/2014). Voor deze soorten gelden Europese regels.

De EU-exotenverordening heeft als doel de introductie, verspreiding en impact van de belangrijkste invasieve exoten in Europa (de Unielijst) te beperken. Invasieve soorten die in een klein gebied of in één lidstaat schade veroorzaken dienen op een nationaal niveau aangepakt te worden en vallen buiten de EU-exotenvordering. De Unielijst is overigens een dynamische lijst die voor aanpassingen vatbaar is. Lidstaten of de Europese Commissie kunnen een verzoek indienen voor opname of verwijdering van een invasieve exoot op de Unielijst.

De Unielijst is juridisch bindend voor alle EU-lidstaten. Hoop & Leuven (2017) stellen dat lidstaten binnen drie jaar maatregelen moeten nemen op basis van de volgende drie sporen:

1. Als eerst moeten lidstaten opzettelijke introductie van invasieve exoten op de Unielijst voorkomen. Het is verboden om deze invasieve exoten te importeren, houden, kweken, vervoeren, verhandelen, gebruiken en vrij te laten in het milieu.
2. Ten tweede moeten lidstaten anno 2018 een surveillancesysteem gereed hebben voor vroegtijdige signalering van nieuwe introducties en verspreiding van gevestigde Unielijstsoorten.
3. Als laatst vereist de EU-verordening dat lidstaten binnen 18 maanden na opname van een invasieve exoot op de Unielijst moeten beschikken over beheersmaatregelen. Dit kunnen zowel dodelijke als niet-dodelijke maatregelen zijn met als overkoepeld doel om de invasieve populatieomvang zo laag mogelijk te houden.

De EU-regelgeving ter bestrijding van invasieve exoten in Europa is pas twee jaar geleden ingegaan. Het is nog onduidelijk of deze regelgeving al tot resultaten heeft geleid.

Toekomstperspectief

Gezien de drijvende- en tegenwerkende krachten die tot nu toe besproken zijn, is het de vraag hoe de huidige trend van de exponentiële toename van (invasieve) exoten zich in de toekomst verder gaat



ontwikkelen. Welke toekomstscenario's zijn aannemelijk voor (invasieve) exoten de komende vijf à tien jaar?

Als de wereldwijde handel zich verder voortzet zal de kans op meelifers verder toenemen, tenzij er effectievere controles worden uitgevoerd bij douanes. Introducties van (invasieve) exoten via handel zullen na alle waarschijnlijkheid toenemen in een wereld van verdergaande globalisering.

De mensheid zou echter ook een weg in kunnen slaan waarbij er meer nadruk ligt op regionale handel en lokale productie. Handelsoorlogen, nationalisme, de drang om onafhankelijk te zijn (van bijv. olielanden), en duurzaamheidsdoelstellingen die de lokale productie van goederen stimuleert om vervuilende transport te verminderen (e.g. CO₂-neutraliteit) zijn voorbeelden van ontwikkelingen die de wereldwijde handel zouden kunnen doen krimpen.

In dat geval, zal de kans op meelifers aanzienlijk afnemen aangezien (invasieve) exoten uit andere werelddelen niet de kans krijgen om zich te vervoeren over grote geografische gebieden. Dit laatste scenario lijkt bijvoorbeeld steeds meer aannemelijk voor de Verenigde Staten, die

handelsbarrières heeft opgelegd en zich steeds meer isoleert.

Wat betreft het wegvallen van fysieke barrières zou de mens in de toekomst verder kunnen gaan met het graven van kanalen en het bouwen van bruggen etc. Zo zijn er plannen om een tweede Panama kanaal te graven in Nicaragua en wordt er in het smalste stuk van Thailand misschien ook een kanaal gegraven. Dit maakt de kans groter dat (invasieve) exoten zich langs deze aanlegde routes kunnen verspreiden.

Hellmann et al. (2008) constateren dat met het wegsmelten van ijskappen in het Noordpoolgebied, als gevolg van klimaatverandering, de vaarroute tussen Europa en Azië aanzienlijk verkort wordt. Vrijwel de meeste soorten die meelifen via ballastwater sterven gedurende de rit, maar als de vaarroutes verkort worden met een paar weken dan is de overlevingskans een stuk groter en zullen meer soorten de rit in het ballastwater overleven. Introductie van (invasieve) exoten via ballastwater neemt in dat geval toe.



De mens maakt ook steeds meer habitatten waar vindingrijke soorten zich kunnen vestigen. Vergaande verblauwing en vergroening van stedelijke gebieden zou ervoor kunnen zorgen dat bepaalde inheemse soorten meer habitat hebben om in te leven. Echter zouden oprukkende (invasieve) exoten zich ook steeds meer in steden kunnen gaan vestigen. Stedelijke gebieden lenen zich voornamelijk voor verovering door veerkrachtige generalisten, zoals de meeste invasieve exoten. Verder is de mens bezig natuurgebieden met elkaar te verbinden. De Ecologische Hoofdstructuur (EHS) is daar een goed voorbeeld van. Als natuurgebieden meer met elkaar verbonden zijn, neemt over het algemeen de kwaliteit van het lokale ecosysteem toe aangezien er meer soortenuitwisseling plaatsvindt. De realisatie van gezondere ecosystemen sluit goed



aan bij systeemgericht natuurherstel als strategie voor de bestrijding en preventie van invasieve exoten. Weerbare ecosystemen met grotere lokale biodiversiteit zorgen voor minder kans dat (invasieve) exoten zich kunnen vestigen.

Het doelbewust vrijlaten van bepaalde (invasieve) exoten zou in de toekomst, in Europees verband, vrijwel uitgesloten kunnen worden. De EU-exotenverordening dwingt lidstaten om opzettelijk introductie te voorkomen van soorten die op de Unielijst staan. Echter zou het ook kunnen zijn dat de EU-exotenverordening niet effectief is, bijvoorbeeld door een gebrek aan middelen voor handhaving. In dat geval blijft het doelbewust vrijlaten van (invasieve) exoten een aanhoudend probleem en drijvende kracht voor de verspreiding van exoten. Ook zou er onenigheid kunnen ontstaan tussen lidstaten over welke (invasieve) exoten er wel of niet op de Unielijst komen, waardoor de kracht van een gecentraliseerde aanpak wordt verzwakt.

Voor toerisme zou de huidige trend van meer intercontinentale vluchten kunnen doorzetten. Door de economische groei van afgelopen jaren krijgen mensen steeds meer te besteden, en kunnen ze steeds verdere reizen veroorloven. Vrijwel alle invasieve exoten in Nederland zijn afkomstig van

andere continenten (Australië, Noord- en Zuid Amerika etc.). Exoten uit andere continenten komen bij introductie in Nederland in een heel ander biotoop terecht waardoor ze makkelijk invasief kunnen worden als ze een nieuwe niche vinden zonder natuurlijke vijanden. De kans dat toeristen (onbewust) bijdragen aan het verspreiden van (invasieve) exoten neemt toe naarmate er meer intercontinentaal gereisd wordt. Aan de andere kant, bijvoorbeeld vanwege duurzaamheidsoverwegingen, zouden mensen de auto en de trein vaker kunnen gaan gebruiken om (in Europa) op vakantie te gaan. In dat geval is de kans dat geheel nieuwe (invasieve) exoten meeliften via toeristen aanzienlijk kleiner.

Tot slot een kanttekening wat betreft klimaatverandering. Soorten die op eigen kracht naar Nederland komen worden volgens de meeste definities niet als 'exoten' geïnclassificeerd. Daarom is klimaatverandering niet expliciet als drijvende kracht genoemd in deze trendalert. Klimaatverandering verstoort echter wel de lokale ecosystemen en verandert de omstandigheden waardoor het leefgebied van sommige (invasieve) exoten steeds groter wordt. Het leefgebied van een mug uit Noord-Afrika, die voorheen door bepaalde factoren zoals winterse vorst op natuurlijke wijze werd beperkt, groeit nu uit tot Zuid-Europa en in de toekomst wellicht tot Nederland. Op deze manier

kan de mug 'op eigen kracht' naar Nederland komen, en is het formeel geen exoot.

Als de temperatuur de komende decennia blijft stijgen dan wordt Nederland steeds aantrekkelijker voor soorten die gesteld zijn op warme zomers en zachte winters. Deze exoten kunnen hierdoor opeens invasief worden. Bijvoorbeeld, de in Nederland invasieve watercrassula, kan geen temperaturen tolereren onder 0°C, maar als deze temperaturen zelden meer voorkomen dan zal deze soort zich aanzienlijk uitbreiden in de Nederlandse watergangen.

Samengevat, de drijvende- en tegenwerkende krachten die de verspreiding van exoten in Nederland zullen bepalen brengen behoorlijke onzekerheden met zich mee. De verwachting is echter dat deze trend zich voortzet en dat de watersector met steeds meer nieuwe en mogelijk (invasieve) soorten rekening moet gaan houden. Een weloverwogen en proactieve responsstrategie wordt derhalve geadviseerd.

Relevantie

Er is veel werk aan de winkel voor overheden, natuur- en waterbeheerders en andere belanghebbende om de exponentiële opmars van



invasieve exoten in Nederland enigszins binnen de perken te houden. De noodzaak van een gecoördineerde aanpak wordt steeds groter door snel toenemende handel en toerisme. Zowel top-down als bottom-up oplossingen kunnen een bijdrage leveren in het wegwerken of beheersen van invasieve populaties. Uitdagingen voor de watersector zijn dan ook om te identificeren welke soorten invasief kunnen worden, welke beheersmaatregelen er zijn, en welke strategische allianties nodig zijn om zowel een gebiedsgerichte als een gecoördineerde aanpak mogelijk te maken.

Directe gevolgen

Er zijn tal van directe ecologisch en economische kosten die (invasieve) exoten met zich meebrengen. Specifiek voor de watersector zien we dat sloten volgroeien met invasieve flora zoals watercrassula, grote waternavel en ongelijkbladig- en parelvederkruid. Ecologische gevolgen zijn onder andere dat deze snelgroeiende invasieve waterplanten dichte matten vormen die de aanwezige inheemse waterplanten verdringen. De dichte matten leiden daarnaast ook tot afname van licht en zuurstof in het water. Deze dichte matten belemmeren bovendien de doorstroming van watergangen. De plantenmassa kan verder ook losraken en zich ophopen bij gemalen, stuwen en

andere waterwerken. De kans op overstromingen wordt door de resulterende verstoppingen vergroot.

Een bekend voorbeeld, de invasieve muskusratten, graven onder meer holen in dijken waardoor deze verzwakken. Dit is een gevaar voor de nationale veiligheid omdat de kans op instorten en daardoor overstroming toeneemt. Volgens het NVWA worden de jaarlijkse kosten van het beheer door de waterschappen van de muskusrat geschat op ongeveer €35 miljoen. Een relatief nieuwe exoot, de rode Amerikaanse rivierkreeft, graaft ook holen in oevers. Hoewel de omvang daarvan veel kleiner is in vergelijking met de muskusrat, blijft dit onwenselijk.

Naast hun holen in oevers vreten zowel de muskusrat als de rode Amerikaanse rivierkreeft de inheemse vegetatie kaal. Dit heeft weer negatieve gevolgen voor inheemse soorten die afhankelijk zijn van deze planten, zoals diverse soorten vissen en amfibieën. Voor waterbedrijven en waterschappen die natuurgebieden in beheer hebben wordt het een steeds grotere uitdaging om de (inheemse) biodiversiteit op het juiste niveau te houden. Dit heeft ook indirecte economische gevolgen wanneer deze natuurgebieden verbonden zijn aan Europese regelgeving waarbij boetes worden uitgedeeld als de natuurwaardes dalen. In de toekomst zouden

waterorganisaties nieuwe taken kunnen krijgen, op eigen initiatief of opgelegd, in het bestrijden van watergerelateerde exoten zoals muggen.

Verder zorgen sommige invasieve exoten voor schade bij drinkwaterbronnen. Bijvoorbeeld de invasieve Amerikaanse vogelkers, wijdverspreid in zandgronden (duingebieden), verdampt veel water vanwege haar dichte begroeiing en laat daardoor weinig regenwater infiltreren. Waar voorheen mossen groeiende, die de grondwaterstand beter lieten aanvullen, wordt nu regelmatig Amerikaanse vogelkers waargenomen in duingebieden. Dit beïnvloedt de aanvullingen van de duinwaterreserves en versterkt de verdroging die door de klimaatverandering wordt veroorzaakt.

Integrale responsestrategieën

Invasieve flora en fauna trekken zich niets aan van gemeentelijke, provinciale en landelijke grenzen. Voor een effectieve aanpak van (invasieve) exoten zijn daarom integrale responsestrategieën nodig. In het ideale geval wordt bij de beheersing en bestrijding van (invasieve) exoten gewerkt op verschillende schaalniveaus. Echter is samenwerking op verschillende schaalniveaus in de praktijk makkelijker gezegd dan gedaan. Hoe kan de watersector integraal de belangrijkste (opkomende) invasieve exoten beheersen en bestrijden? Welke



synergiën zijn er mogelijk tussen waterschappen en drinkwaterbedrijven? Welke andere strategische allianties zijn nodig, en wie heeft de regie? Hieronder worden een aantal mogelijke integrale strategieën uiteengezet die samenwerking doen bevorderen in de watersector ter beheersing en bestrijding van (invasieve) exoten.

- 1) De provinciale overheid is de instantie die zich uiteindelijk verantwoordelijk moet stellen in de beheersing en bestrijding van (invasieve) exoten. Echter kan de provinciale overheid dit niet alleen doen. Waterbedrijven zouden de provinciale overheid kunnen helpen door bijvoorbeeld provinciale ambtenaren het veld in te brengen (kennis delen) en bij te dragen aan het opstellen van lijsten waarin problematische exoten worden opgenomen.
- 2) Voor het opstellen van prioriteitenlijsten zouden analyses gemaakt kunnen worden door waterbedrijven om aan te tonen hoe invasief bepaalde exoten zijn en welke kosten daarmee gepaard gaan. Schadeinventarisaties van andere landen zouden daarbij gebruikt kunnen worden. Zo wordt er prioriteit gegeven aan de bestrijding en beheersing van een aantal

(invasieve) exoten die voor de watersector van belang zijn. Het lijkt erop dat de Nederlandse regering niet van plan is om een nationale lijst vast te stellen van exoten die specifiek in Nederland moeten worden aangepakt. Dit terwijl de EU-exotenverordening daar expliciet ruimte voor biedt. Zou de watersector belang hebben bij het opstellen van zo'n lijst?

- 3) Het delen en afstemmen van kennis en onderzoek tussen waterbedrijven en waterschappen over exotenbeheer kan beter. Kennis over exotenbestrijding en welke (invasieve) exoten problematisch is momenteel erg versnipperd in Nederland. Terreinbeheerders van waterbedrijven zouden bijvoorbeeld met elkaar kunnen afstemmen met welke problemen zij te maken hebben in hun beheergebied. Zo kunnen lokale en regionale verschillen in exotenbestrijding- en beheersing beter in kaart worden gebracht. Daarnaast zouden waterbedrijven gezamenlijk onderzoek kunnen doen rondom de exotenproblematiek om ervoor te zorgen dat kennis tussen waterbedrijven gebundeld worden.

- 4) Ten slotte zou exotenbeheersing en bestrijding verworven kunnen worden in het beleid rondom natuurbehoud en het vergroten van biodiversiteit. Sommige waterbedrijven beheren gebieden die ook als natuurgebied fungeren. Gezien dat (invasieve) exoten profiteren van aangetaste ecosystemen (verlaagde biodiversiteit) zouden waterbedrijven strategische exotenbeheersing en bestrijding kunnen meenemen als duidelijk doel in het vergroten van de biodiversiteit in beheergebieden. Hier ligt een taak voor waterbedrijven in hun rol als rentmeester van het milieu.



Annex

Soort	Oorspronkelijk leefgebied	Status in Nederland 2017 / 2018 (volgens NVWA)	Unielijst van EU-verordening?
Muskusrat	Verenigde Staten, Canada	Wijdverspreid	Ja
Rode Amerikaanse rivierkreeft	Verenigde Staten, Mexico	Vooral in stedelijke gebieden in West-Nederland	Ja
Zonnebaars	Verenigde Staten	-	Nee
Japanse duizendknoop	Japan	Wijdverspreid	Ja
Grote waternavel	Noord- en Zuid Amerika	Wijdverspreid	Ja
Watercrassula	Australië, Nieuw Zeeland	Wijdverspreid	Nee
Ongelijkbladig vederkruid	Verenigde Staten	Vooral in zandgronden en in stedelijk gebieden	Ja
Parel vederkruid	Zuid-Amerika	Wijdverspreid	Ja
Amerikaanse vogelkers	Verenigde Staten, Mexico	Wijdverspreid op zandgronden	Nee

Tabel 1: Relevante (invasieve) exoten voor de watersector.

Meer informatie

- Hellmann, J. J., Byers, J. E., Bierwagen, B. G., & Dukes, J. S. (2008). Five potential consequences of climate change for invasive species. *Conservation biology*, 22(3), 534-543.
- Hoop, L. D., & Leuven, R. (2017). Europese aanpak van invasieve exoten voor instandhouding inheemse biodiversiteit en ecosystemendiensten.
- Walther, D., & Kampen, H. (2017). The Citizen Science project 'Mueckenatlas' helps monitor the distribution and spread of invasive mosquito species in Germany. *Journal of medical entomology*, 54(6), 1790-1794.
- Van der Weijden, W., Leewis, R. J., & Bol, P. (2007). *Biological globalisation: bio-invasions and their impacts on nature, the economy, and public health*. KNNV-uitgeverij.
- van Duinen, G. J., Bouwman, J., van Kleef, H., & de Vries, M. W. (2014). Randvoorwaarden voor het herstel van kenmerkende en bedreigde soorten in het natte zandlandschap.
- Pauchard, A., Meyerson, L.A., Bacher, S., Blackburn, T.M., Brundu, G., Cadotte, M.W., Courchamp, F., Essl, F., Genovesi, P., Haider, S. and Holmes, N.D., 2018. Biodiversity assessments: Origin matters. *PLoS biology*, 16(11),



- EU-Verordening 1143/2014. Geraadpleegd op 14 november 2018 via: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/invasieve-exoten/eu-verordening-1143-2014-invasieve-exoten>
- Europese aanpak van invasieve exoten voor instandhouding inheemse biodiversiteit en ecosysteemdiensten. Geraadpleegd op 15 november 2018 via: <https://repository.ubn.ru.nl/bitstream/handle/2066/177725/177725.pdf>
- Verspreiding invasieve plantensoorten toegenomen. Geraadpleegd op 23 november 2018 via: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/01/verspreiding-invasieve-plantensoorten-toegenomen>
- Nederlandse soortenregister: overzicht van de Nederlandse biodiversiteit. Geraadpleegd op 22

november 2018 via:

<https://www.nederlandsesoorten.nl/>

- Invasieve exoten Nederland. Geraadpleegd op 19 november 2018 via: <http://invasieve-exoten.nl/>
- Beleidsnota Invasieve exoten. Geraadpleegd op 20 november 2018 via: <http://edepot.wur.nl/118503>
- Tiny mite could prove a 'mighty' weapon in the fight against one of the UK's most invasive weeds. Geraadpleegd op 20 november 2018 via: <https://blog.invasive-species.org/2018/09/12/tiny-mite-could-prove-a-mighty-weapon-in-the-fight-against-one-of-the-uks-most-invasive-weeds/>
- Do non-native species count as biodiversity? Geraadpleegd op 1 november 2018 via: <https://www.iucn.org/crossroads->

<blog/201812/do-non-native-species-count-biodiversity>

- A success story: coypu. Geraadpleegd op 21 november 2018 via: <https://norfolkbiodiversity.wordpress.com/2015/02/02/a-success-story/>
- DWSI bijeenkomst Invasieve Exoten, 6 november 2018: <https://www.dwsi.nl/invasieve-exoten/>

Keywords

invasieve exoten, klimaatverandering, responsstrategieën, globalisering