

# Stysteemgericht beheer van watercrassula

De invasieve exoot watercrassula (*Crassula helmsii*) is in Nederland wijdverspreid en breidt zich nog steeds uit: landelijk uitroeien is een gepasseerd station en ook lokaal vaak niet mogelijk. In dit artikel verkennen we in veldonderzoek en kasexperimenten een methode voor systeemgerichte bestrijding.

Janneke van der Loop, Hein van Kleef & Emiel Brouwer

## Een kwart eeuw watercrassula

Sinds 1995 is watercrassula in de Nederlandse natuur aanwezig (Brouwer & den Hartog, 1996) en bezigt met een gestage opmars die in recente jaren omgeslagen is in een exponentiële uitbreiding. Woekering van watercrassula bedreigt verschillende Natura 2000 habitattypen. De belangrijkste zijn Zeer zwakgebufferde en Zwakgebufferde vennen, Vochtige heide en Pioniervegetaties met snavelbiezen, en op de Waddeneilanden ook Vochtige duinvalleien (van der Loop & van Kleef, 2017; van Kleef et al., 2017). Voor terreinbeheerders is vooral het succes van watercrassula in natuurontwikkelingsgebieden frustrerend. Daar worden grote oppervlakten snel bedekt, waardoor ontwikkeling van natuurlijke begroeiing niet op kan treden (foto 1). Uitroeien van watercrassula blijkt moeilijk en is vaak niet succesvol (van Kleef et al., 2016; Torensma, 2017; van der Loop et al., 2017). Eliminatie van watercrassula blijkt alleen kansrijk als de locatie nog klein is, is droog te leggen, er zeer schoon wordt gewerkt en een ruim voldoende groot oppervlak wordt aangepakt. Vaak blijft de kans bestaan dat watercrassulafragmenten achterblijven of dat de soort zich opnieuw in het terrein vestigt. Als uitroeien op de locatie niet haalbaar is, zit er niets anders op dan te zoeken naar een manier om met de nieuwkomer te leren leven. Een eerste stap naar effectieve beheersmaatregelen is



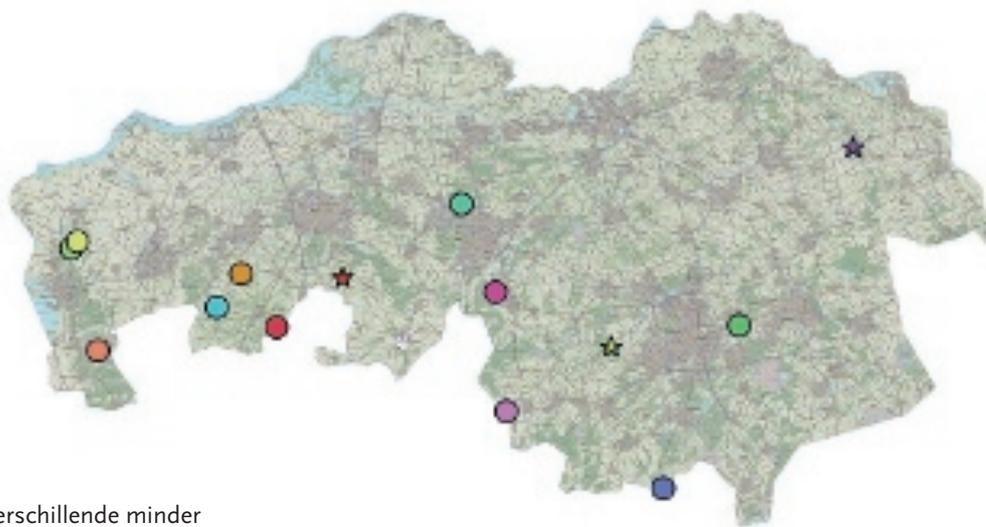
achterhalen of er situaties zijn waar watercrassula niet alles overwoekert en welke biotische en abiotische factoren bepalen of watercrassula gaat domineren.

## Standplaatsfactoren van watercrassulagroeiplaatsen

Zijn er gebieden waar watercrassula zich gedeisd houdt en geen bedreiging vormt voor andere soorten, en onder welke omstandigheden is dat het geval? Dat waren de vragen waarmee in 14 Brabantse natuurterreinen een veldonderzoek is gestart (fig. 1). In deze gebieden zijn 22 aquatische en 26 terrestrische locaties onderzocht op water- en bodemsamenstelling, biomassa van watercrassula en de aanwezigheid van inheemse soorten. Er was een grote variatie in de dichtheden van watercrassula. In ongeveer de helft van de locaties was de soort niet dominant aanwezig. Het uitblijven van watercrassuladominantie is hoopgevend en duidt mogelijk op ecologische processen die de soort in bedwang houden. In de zomer was er een negatieve correlatie tussen de bedekking van watercrassula en de nitraatconcentraties in het water. Hieruit

**Foto 1.** Monocultuur van watercrassula belemmert populatieherstel van inheemse soorten op voormalige landbouwgrond (foto: Hein van Kleef).

blijkt dat de soort tijdens het groeiseizoen efficiënt nitraat uit het water kan halen. Als de concentratie  $\text{CO}_2$  onder de 100 micromol per liter blijft, dan slaagt watercrassula er niet in om snel in biomassa toe te nemen (fig. 2). Bloemendaal & Roelofs (1988) toonden al aan dat veel waterplanten problemen krijgen met de assimilatie van koolstof, als de concentratie daalt onder de 200 micromol per liter. Voor watercrassula werd dit in eerste instantie niet verwacht, aangezien de soort een fotosyntheseapparaat heeft dat uiterst efficiënt met koolstof omgaat: 'Crassulacean Acid Metabolism' (CAM). In het water waren er geen verschillen in soortenrijkdom tussen locaties met een hoge en lage watercrassulabiomassa. Daarentegen groeiden op oevers met weinig watercrassula wel meer inheemse soorten. Op locaties waar watercrassula niet dominant was, konden verschillende inheemse soorten domineren (tabel 1). Het



## Legenda

- Locaties veldstudie
- Akkerenven
  - Beleven
  - De Reten
  - Gooren/Krochten
  - Halsters laag
  - Huis ter Heijde
  - Nestven
  - Oud Hollandslaag
  - Pannenhoeft
  - Plateaux
  - Schoutse Vennen
  - ★ Molenheide
  - ★ Chaam
  - ★ Grootmeer

betrof met name verschillende minder algemene soorten kenmerkend voor voedselarme pioniermilieus: gesteed glaskroos, oeverkruid, pilvaren en veelstengelige waterbies. Omdat de veldstudie slechts een momentopname betrof, kon niet worden opgemaakt of de abundantie groei van deze inheemse soorten een beperkende factor was voor watercrassula of dat de exoot er nog niet aan toe was gekomen om de inheemse soorten te overgroeien. Daarom is in een tweetal experimenten de concurrentiekracht van verschillende inheemse soorten onderzocht.

### Belang van concurrentie en nutriënten

In een kasexperiment is onderzocht of de uitbundige groei van watercrassula is te beperken via concurrentie met inheemse soorten. Hiervoor werden twee soorten geselecteerd. Moerashertshooi werd gekozen als lichtconcurrent, omdat deze tot enkele decimeters hoge en dichte zoden kan vormen en in principe dus in staat wordt geacht om via lichtconcurrentie

Fig. 1. Ligging van de studiegebieden in Noord-Brabant. Natuurontwikkelingsgebieden zijn aangegeven met een cirkel en al bestaande vennen met een ster (bron: PDOK.nl).

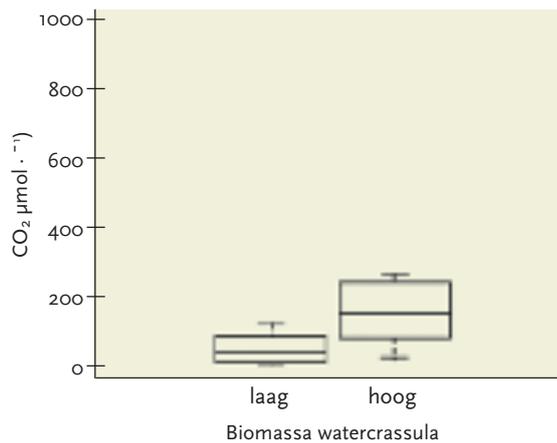


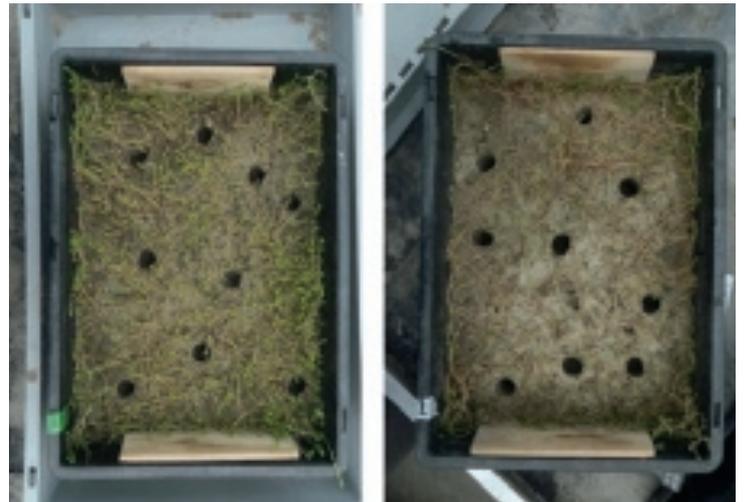
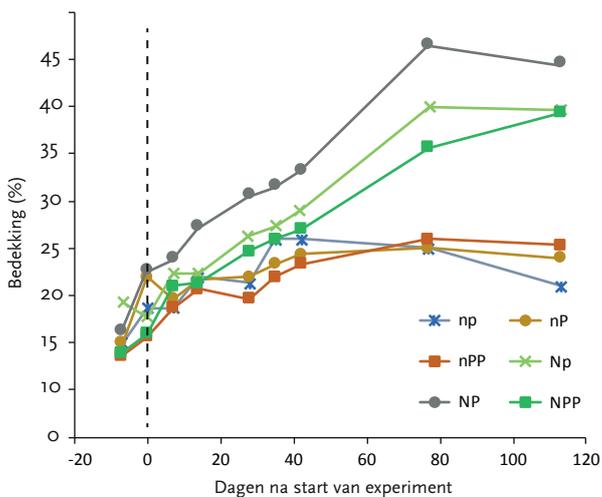
Fig. 2. Koolstoflimitatie bij watercrassula. Lage kooldioxide-concentraties in het water leiden tot een lage biomassa (minder dan 100 gr·m<sup>-2</sup>) van watercrassula, terwijl veel CO<sub>2</sub> gepaard gaat met een hoge biomassa (meer dan 100 gr·m<sup>-2</sup>). Deze limitatie is goed te herkennen op de overgang van land naar water. Op de diepe plekken groeit vrijwel geen enkele plant. Maar zodra watercrassula boven water kan komen en koolstof uit de lucht kan opnemen, treedt sterke groei op (foto: Hein van Kleef).

SOORT	WATER	OEVER
Gesteeld glaskroos ( <i>Elatine hexandra</i> )	3	
Oeverkruid ( <i>Littorella uniflora</i> )	2	
Vensikkelmos ( <i>Warnstorfia fluitans</i> )	1	
Knolrus ( <i>Juncus bulbosus</i> )	2	3
Pilvaren ( <i>Pilularia globulifera</i> )	1	4
Pitrus ( <i>Juncus effusus</i> )		2
Veelstengelige waterbies ( <i>Eleocharis multicaulis</i> )		3
Veenmos ( <i>Sphagnum spec.</i> )		2
Geen enkele soort dominant	3	4
Aantal locaties met weinig watercrassula	12	18

Tabel 1. Aantal locaties waarin inheemse plantensoorten de vegetatie domineren met een bedekking  $\geq 30\%$  waardoor de biomassa van watercrassula beperkt blijft tot  $<100$  gr·m<sup>-2</sup>.



Op oevers met grondwatervoeding lijkt watercrassula het af te leggen tegen een combinatie van veenmos, veelstengelige waterbies en moerashertshooi. (foto: Hein van Kleef).



**Fig. 3.** Groei van watercrassula met verschillende voedingssupplementen, zonder concurrenten. De stippellijn is het begin van het experiment ( $t=0$ ).  $n$  = geen stikstof,  $N$  = 100 micromol ammoniumnitraat,  $p$  = geen fosfaat,  $P$  = 5 micromol fosfaat,  $PP$  = 10 micromol fosfaat. Weergegeven is de gemiddelde bedekking per behandeling (met standaardfout). Bij het oogsten van het experiment zijn de verschillen overduidelijk. Rechtsboven staat de behandeling met 100 micromol ammoniumnitraat en 5 micromol fosfaat, rechtsonder de controle behandeling. De gaten zijn ontstaan door een bemonstering voor de bodemchemie (foto's: Emiel Brouwer).

watercrassula de baas te blijven. Daarnaast is oeverkruid geselecteerd om de concurrentie in de wortelzone aan te gaan. Deze soort heeft alleen een bladrozet, maar wel een zeer goed ontwikkeld wortelstelsel. Watercrassula werd alleen of in combinatie met één van deze twee soorten in plastic kratten geplant. Het zand in de kratten werd verzameld uit voedselarme vennen, het Schaartven en het Staalbergven. Daarnaast zijn er zes verschillende nutriëntenbehandelingen toegepast in een combinatie van 0 of 100 micromol ammoniumnitraat en 0, 5 of 10 micromol orthofosfaat. Ter vergelijking: *fosfaatgift van 5 en 10 micromol* ligt boven natuurlijke waarden. Elke behandeling werd in drievoud uitgevoerd. De bodem werd goed vochtig gehouden om een venoever te simuleren. In het begin was er sprake van een snelle groei van alle soorten in alle behandelingen, doordat de gebruikte zandbodems enige voedingsstoffen naleverden. Daarna vertraagde de groei sterk en traden er subtiele verschillen op tussen de behandelingen. Het begin van de proef ( $t=0$ ) is gesteld op het vermoedelijke moment waarop de nalevering van nutriënten is gestopt.

De bedekking van watercrassula is bij aanplant ongeveer 10%. In de bakken waar alleen watercrassula groeit, neemt de bedekking tot  $t=0$  toe tot ongeveer 15%

(fig. 3). Na  $t=0$  zwakt de groei geleidelijk af, maar tot ongeveer 40 dagen na de start van de proef blijven de verschillen die in het begin ontstaan zijn ongeveer dezelfde. Daarna blijft watercrassula in de stikstofbehandelingen doorgroeien, terwijl de bedekking in de overige behandelingen gelijk blijft. Op het einde van de proef (tussen  $t=80$  en 120 dagen), neemt de bedekking in de controlebehandeling (zonder P en zonder N) zelfs af en vindt alleen nog een toename plaats in de behandeling met stikstof plus de hoogste fosfaatconcentratie.

Fosfaatlimitatie is dus niet geschikt om de groei van watercrassula op zandbodems te beperken. Jammer, want vaak zijn wel maatregelen te bedenken om de beschikbaarheid van fosfaat omlaag te brengen (Aggenbach et al., 2017). Stikstof speelt een belangrijkere rol. De gebruikte stikstofgift komt overeen met 645 mol N/ha/jaar, iets hoger dan de kritische depositiewaarde van zwakgebufferde vennen (van Dobben et al., 2012). Deze geringe stikstofgift blijkt al tot een aanzienlijke toename van watercrassula te leiden. In de meeste gebieden in Nederland is de stikstofdepositie echter nog een factor 2 tot 3 groter, gemiddeld ca. 1600 mol N/ha/jaar. Methoden om de stikstofbeschikbaarheid te reduceren (Arts et al., 2012; van Kleef et al., 2014) zijn bij een dergelijk hoge

aanvoer van stikstof onvoldoende effectief of niet duurzaam genoeg. Onze hoop is gericht op andere plantensoorten om watercrassula haar stikstof te ontnemen. In figuur 4 staat de watercrassula alleen en in concurrentie met andere soorten weergegeven. In de monocultures neemt de bedekking van watercrassula alleen toe bij het toedienen van stikstof en/of de hoogste concentratie fosfaat (10 micromol). Bij 10 micromol fosfaat neemt de bedekking gemiddeld met 10% toe. Bij alle stikstofbehandelingen is dat met ruim 20%. In competitie met vensoorten vindt echter nauwelijks toename in bedekking plaats van watercrassula en bij ontbreken van stikstof neemt watercrassula vaak zelfs af. De groei van moerashertshooi nam ook toe in de stikstofbehandeling, maar bleef iets achter bij watercrassula. Oeverkruid daarentegen bleek duidelijk een sterkere concurrent dan watercrassula. Bovenopgronds was niet zoveel te zien, maar vooral ondergronds had de soort zich bijzonder sterk uitgebreid (foto 2).

De concurrentieproef laat goed zien waarom watercrassula vooral problematisch is in natuurontwikkelingsgebieden. De soort is een uitgesproken pionier die daar zijn slag kan slaan op de onbegroeide stukken. Echter, ook een vrij geringe bedekking van inheemse soorten kan de ontwikkeling van watercrassula al sterk afremmen. Vooral de concurrentie om voedingsstoffen, die door sterk wortelende soorten, zoals oeverkruid, wordt gerealiseerd, lijkt geschikt om watercrassula onder controle te houden, ook bij een iets verhoogde beschikbaarheid van voedingsstoffen.



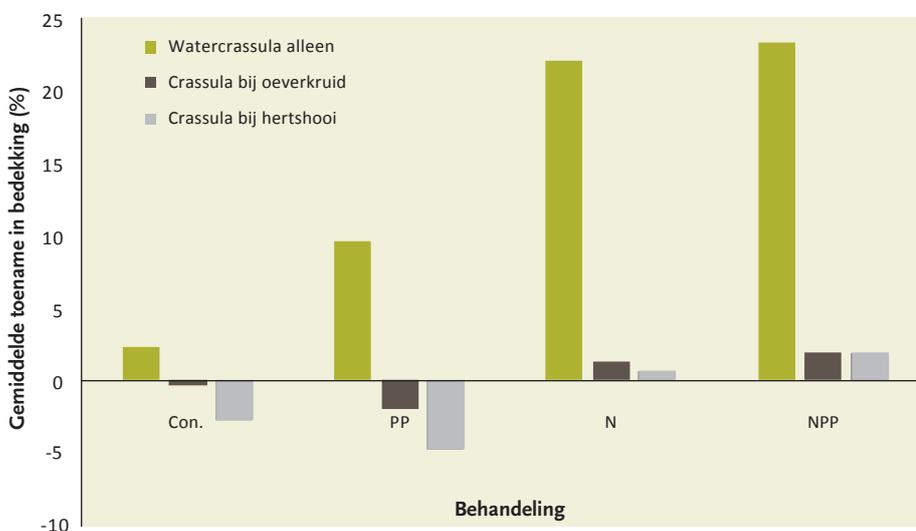
**Foto 2.** Enkele geoogste planten van watercrassula (links) en oeverkruid (rechts). De rode peil geeft de dikte van de zandbodem in de kweekbakken aan (= 8 cm) (foto: Emiel Brouwer).

### Rol van ganzen bij vestiging en uitbreiding

Ganzen worden vaak genoemd als belangrijke verspreiders van watercrassula. Zowel grauwe gans als de Canadese gans zijn net als watercrassula sterk toegenomen en komen vaak in dezelfde gebieden voor. De ganzen verteren geconsumeerde watercrassula slechts gedeeltelijk en plantenfragmenten kunnen na het passeren van het maag-darmstelsel opnieuw uitgroeien (Denys et al., 2014). Uitgepoepde crassulafragmenten treffen het, want deze worden vergezeld door een flinke hoeveelheid meststoffen. Een ganzenkeutel bevat namelijk circa 0,9 mmol P en 2,7 mmol N (Frazao, 2009). Dit was aanleiding om in een kasexperiment te onderzoeken of de mestgift van een ganzenkeutel voldoende

is om vestiging van watercrassula in een goed ontwikkelde vegetatie mogelijk te maken.

Het experiment had acht behandelingen: plaggen uit het Korenburgerveen kaal of begroeid met pilvaren en plaggen uit Huis ter Heide met en zonder oeverkruid; elk van deze bodems had een behandeling zonder of met zes ganzenkeutels (36 gram). Elke behandeling werd in achtvoud uitgevoerd. Beide bodems waren voedselarm, waarbij de bodem van Huis ter Heide minder organische stof (gemiddeld 0,6 %) en stikstof (10  $\mu\text{mol/l N}$ ) bevatte dan de bodem uit het Korenburgerveen (2,1 % organische stof en 38  $\mu\text{mol/l N}$ ). Dezelfde kratten werden gebruikt als in het eerste experiment en wederom werden de



**Fig. 4.** Toename in bedekking van watercrassula in monocultuur of in concurrentie met oeverkruid resp. moerashertshooi. Weergegeven zijn gemiddelden per behandeling. Con. = controle dus geen extra stikstof of fosfor, N = 100 micromol ammoniumnitraat, PP = 10 micromol fosfaat.

bodems vochtig gehouden. In elk krat werden 60 watercrassulafragmenten ingebracht met een lengte van ongeveer 3 mm. Twee keer per week werd geteld hoeveel watercrassulafragmenten zich in elk krat hadden gevestigd. Na acht weken werden alle watercrassulaplanten geoogst en gedroogd, en de totale biomassa (wortel en scheut) bepaald.

De vestiging van watercrassula op kale bodems was erg hoog. Gemiddeld groeide 50 van de 60 fragmenten uit tot een nieuwe plant (fig. 5), ongeacht de herkomst van de bodems en de aanwezigheid van ganzenmest. Op begroeide bodems was de vestiging aanzienlijk lager, met de laagste vestiging in een gesloten dek van pilvaren. De ingebrachte ganzenmest bleek geen enkel effect te hebben op de vestigingskansen van watercrassula.

De watercrassulaplanten die zich tussen oeverkruid of pilvaren wisten te vestigen, bleven zeer klein. Dat bevestigt de conclusie van het eerste experiment, dat het niet waarschijnlijk is dat watercrassula in competitie met andere soorten dominant wordt. Geruststellend is de waarneming dat de voedingsstoffen die vrijkomen uit ganzenmest de concurrentiekracht van de aanwezige vegetatie niet ondermijnen. Zonder concurrenten is de groei van watercrassula groter. Op de voedselarme bodem van Huis ter Heide is de groei op kale bodem gering, maar nog steeds ruim tien keer zo groot als in aanwezigheid van oeverkruid. Op de kale en iets voedselrijkere bodem uit het Korenburgerveen is de watercrassulagroei ruim 250 keer groter dan in aanwezigheid van pilvaren. Op kale bodem stimuleren ganzenuitwerpselen de groei van watercrassula. Dit is vooral duidelijk op voedselarme bodem waar de groei met een factor drie toeneemt. Wederom blijkt watercrassula dus vooral gefaciliteerd te worden door kale bodems en weinig concurrenten. Vestiging en groei zijn dan maximaal. Mest stimuleert de vestiging van watercrassula niet, maar wel de groei van gevestigde planten. Vooral in voedselarme systemen kan de aanwezigheid van ganzen ervoor zorgen dat een 'drempel' wordt opgeheven waardoor watercrassula zich sterk kan uitbreiden.

### Systeemgerichte bestrijding: hoe doe je dat?

De veldstudie en kasexperimenten laten zien dat gebrek aan concurrenten en verhoogde stikstofconcentratie op een fosfaatarme bodem optimale omstandigheden bieden voor een watercrassula-invasie. In theorie laat dit inzicht zich vrij eenvoudig vertalen naar beheer van voedselarme gebieden met een watercrassulaprobleem, hoewel de uitvoeringspraktijk lastig kan zijn. Het betreft een drietal stappen. De eerste stap is het in beeld brengen en aanpakken van stikstofbronnen (zie hiervoor ook de vennensleutel op Natuurkennis.nl (2018)). Deze kunnen zeer divers zijn. In praktijk zijn stikstofdepositie, voedselrijke bodem door voormalig landbouwkundig gebruik, aanvoer van koolstof- en stikstofrijk oppervlakte- en grondwater en uitwerpselen van ganzen vaak de belangrijkste bronnen van nutriënten. Het is niet altijd gemakkelijk om vermesting terug te dringen, maar alle beetjes helpen. Denk hierbij aan het afkoppelen van natuurgebieden van een stikstofrijke watertoevoer of het terugdringen van zomerganzenpopulaties. De tweede stap is het doorbreken van de dominantie van watercrassula. Hiervoor zijn naast ondiep afschrapen en afgraven verschillende methoden denkbaar, zoals afdekken met zwarte folie, doden met heet water en mogelijk het opzetten en vasthouden van koolstofarm water. Het is zinvol

om dikke pakketten van afgestorven watercrassula te verwijderen om te voorkomen dat hieruit voedingsstoffen vrijkomen. Tot slot is het zaak om een nieuwe invasie van watercrassula voor te zijn door te zorgen dat een kale bodem zo snel mogelijk door passende inheemse soorten begroeid raakt. Dat kan door het inbrengen van gewenste soorten via zaad, wortelende fragmenten en planten. De keuze van soorten is locatieafhankelijk en verandert met de mate van jaarlijkse inundatie, bodemgesteldheid en doelstellingen van het gebied. De afgelopen jaren is in het natuurbeheer veel ervaring opgedaan met het inbrengen van soorten via maaisel (Natuurmonumenten, 2014). In het leefgebied van watercrassula passen ook vaak andere soorten, die niet zonder meer via maaisel zijn te introduceren of die landelijk behoorlijk zeldzaam zijn en niet in voldoende hoeveelheden te oogsten en transplanteren zijn. De uitdaging bij dergelijke soorten, zoals oeverkruid, moerashertshooi, pilvaren en vlottende bies, is om uit te vinden hoe zij verkregen kunnen worden zonder schade toe te brengen aan donorgebieden en op welke wijze ze het beste geïntroduceerd kunnen worden. Een alternatief op groot-schalige introductie kan zijn om nog kale bodems intensief te volgen, elke beginnende vestiging van watercrassula onmiddellijk te verwijderen, en dit vol te houden tot er voldoende vegetatie-ontwikkeling heeft plaatsgevonden.

Er zijn in voedselarme systemen dus goede mogelijkheden om op systeemniveau watercrassula te beheersen door in te grijpen in biotische en abiotische processen. In verschillende gebieden wordt systeemgerichte watercrassulabestrijding momenteel getest (foto 3). Daarbij is ook bijzondere aandacht voor de effectiviteit van verschillende wijzen om de dominantie van de soort te doorbreken en concurrenten te introduceren.

### Literatuur

- Aggenbach, C.J.S., M.P. Berg, J. Frouz, T. Hiemstra, L. Norda, J. Roymans & R. van Diggelen, 2017. Evaluatie strategieën omgang met overmatige voedingsstoffen. Rapport OBN2017/214-NZ, Driebergen.
- Arts, G.H.P., E. Brouwer & N.A.C. Smits, 2012. Herstelstrategie H3130: Zwakgebufferde vennen.
- Bloemendaal, F.H.J.L. & J.G.M. Roelofs, 1988. Waterplanten en waterkwaliteit. KNNV, Utrecht.
- Brouwer, E. & C. den Hartog, 1996. *Crassula helmsii* (Kirk) Cockayne, een adventief op droogvallende, zandige oevers. Gorteria: tijdschrift voor de floristiek, de plantenecologie en het vegetatie-onderzoek van Nederland 22: 149-152.
- Denys, L., J. Packet, W. Jambon & K. Scheers, 2014. Dispersal of the non-native invasive species *Crassula helmsii* (Crassulaceae) may involve seeds and endozoochorous transport by birds. New Journal of Botany 4: 104-106.
- Dobben, H.F. van, R. Bobbink, A. van Hinsberg & D. Bal, 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitat-

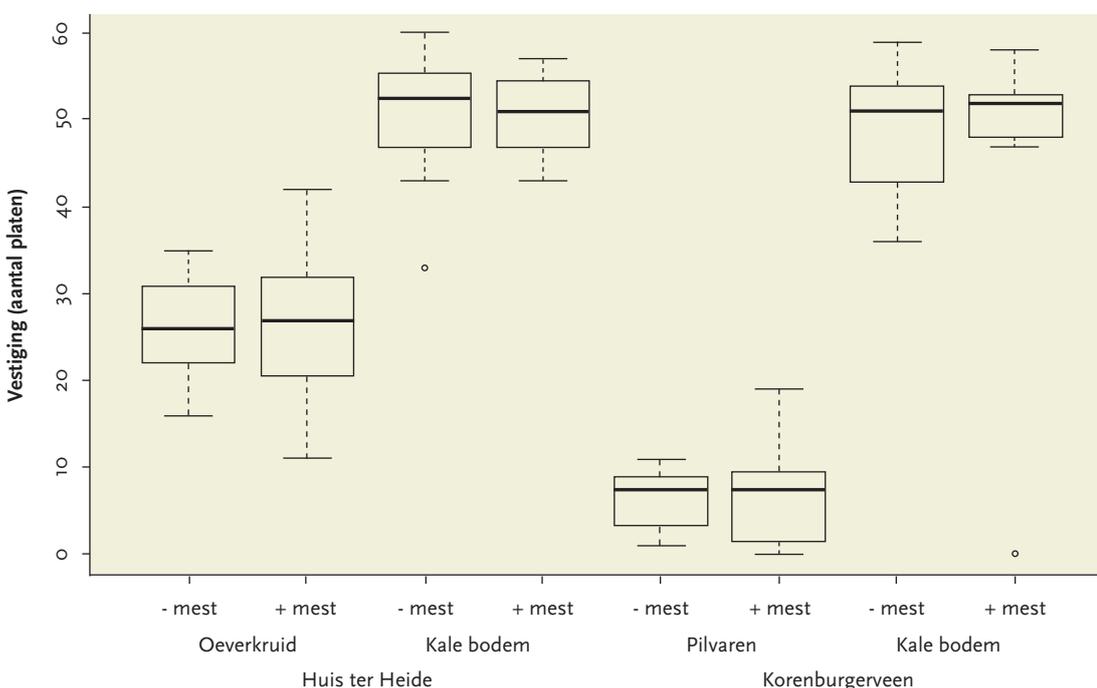


Fig. 5. Vestiging van watercrassulafragmenten op kale bodems en bodems bedekt met oeverkruid of pilvaren. In de helft van de kratten waren ganzen-uitwerpselen ingebracht om verspreiding en bemesting door ganzen na te bootsen.



**Foto 3.** Het testen van de systeemgerichte watercrassulabestrijding door inbrengen van oeverkruid als concurrent in het natuurgebied Huis Ter Heide, Tilburg (foto: Ron Rijken).

typen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra-rapport, Wageningen.

**Frazae, J., 2009.** Eutrophication of softwater lakes by waterfowl. Studentenverslag Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.

**Kleef, H. van, H. Tomassen, E. Brouwer & A. Dees, 2014.** Vennen in een veranderend klimaat. Effecten van watertemperatuur, afgenomen verzuring en waterpeilfluctuaties op bodemchemie en fauna. Rapport nr. 2014/OBN188-NZ Den Haag.

**Kleef, H. van, L. de Hoop, B. Odé, J. van Zuidam & R.S.E.W. Leuven, 2016.** Verkenning bestrijdingsmaatregelen watercrassula (*Crassula helmsii*) in Wijchen. Nederlands Expertise Centrum Exoten (NEC-E), Nijmegen.

**Kleef, H. van, E. Brouwer, J. van der Loop, M. Buiks & E.C.H.E.T. Lucassen, 2017.**

Systeemgerichte bestrijding van watercrassula. Rapport Stichting Bargerveen, Nijmegen.

**Loop, J.M.M. van der & H.H. van Kleef, 2017.** Watercrassula problematiek Terschelling.

Inventarisatie huidige besmetting en nodige vervolgstappen. Rapport Stichting Bargerveen, Nijmegen.

**Loop, J. van der, H. van Kleef, J. van Valkenburg, L. de Hoop, B. Odé & R. Leuven, 2017.**

Watercrassula: van pogingen tot elimineren naar beheersen. De Levende Natuur 118(4): 150-153.

**Natuurmonumenten, 2014.** Richtlijn herintroductie planten. Natuurmonumenten, 's-Graveland.

**Torensma, N., 2017.** Bestrijding van watercrassula: een strijd voor beheerders. Vakblad natuur bos landschap 135: 12-15.

## Summary

### A system based approach to control *Crassula helmsii*

The non-native Australian swamp stonecrop (*Crassula helmsii*) is expanding rapidly in the Netherlands. Dominance of stonecrop locally

threatens species characteristic for soft waters. Eradication of stonecrop is almost impossible as it easily grows back from seeds and fragments. Therefore, we explore ways to cope with this new species by looking for situations where the species is not dominant and identifying the abiotic and biotic factors determining its abundance.

A field study was performed in order to determine suboptimal conditions for stonecrop growth. Submerged, growth of stonecrop is limited by the availability of carbon dioxide. Stonecrop abundance was negatively correlated with cover of native species.

The effects of nutrients and competing species (shoreweed *Littorella uniflora* and marsh St. John's wort *Hypericum elodes*) on growth of Australian swamp stonecrop were tested experimentally. On nutrient poor soil, growth of stonecrop was minimal. Phosphorous additions had a minor positive effect on stonecrop growth. Under elevated nitrogen concentrations growth was greatly enhanced. Marsh St. John's wort was, in a low density, growing equally well. Shoreweed, in particular its root system, exhibited stronger growth than stonecrop.

A third experiment was conducted in order to determine whether a closed canopy of native species (six-stamened waterwort *Elatine hexandra* and shoreweed) can prevent settlement of Australian swamp stonecrop. Goose dropping were added to simulate dispersal by geese and to determine if nutrient addition by goose faeces is able to mitigate the competition by native species. The closed canopies of native species strongly reduced settlement of stonecrop as compared to bare soil. In particular on bare soil, goose faeces increased growth of stonecrop. On the other hand, growth in a closed canopy of native species was very slow even with the addition of faeces.

To summarize: it is unlikely that Australian

swamp stonecrop can become invasive in well-vegetated nutrient poor ecosystems. However, when patches of bare soil are created and nitrogen is available, stonecrop will be able to spread rapidly and become the dominant species.

Based on the results of these studies, preliminary management actions have been formulated to control invasions of Australian swamp stonecrop in nutrient poor ecosystems. Three measures have been identified as possibly effective for stonecrop control. (1) Reduce and minimize nutrients. Input of nitrogen through atmospheric deposition, surface water and waterfowl should be minimized. (2) Reduce dominance of stonecrop. This may be achieved by covering swards with heavy plastic foil, sod cutting, boiling water and prolonged inundation of carbon poor water. (3) Assist native species in recolonizing the area by introduction and an intensive monitoring and removal of stonecrop settlements. Application of these measures is still in an experimental phase. Results are expected in a few years.

## Dankwoord

Dit project is mogelijk gemaakt met de subsidie biodiversiteit en leefgebieden van de provincie Noord-Brabant, de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, het programma OBN en bijdragen van Natuurmonumenten, Stichting Bargerveen en Onderzoekscentrum B-ware.

De volgende personen worden bedankt voor het mogelijk maken van het onderzoek: Ron Rijken, Donald van Hoek, Corine Geujen, Arjen Simons, Bart Portzgen, Theo Bakker, Hans Backs, Rob van den Burg, Willem Aarts, Cecile Gulikers, Gijs Clements, Michel Hendrix, Gaby Bollen, Martin Mos, Robert Frantzen, Piet van den Munckhof en Jap Smits.

Dank voor bijdrage aan de experimenten: Julian Brouwer, Gerard van de Weerden, Leon Lamers, Paul van der Ven, Rick Kuiperij, Jeroen Graafland, Martijn Buiks, Ester Lucassen en Janne Tjampens.

J.M.M van der Loop MSc. & Dr. H.H. van Kleef  
Stichting Bargerveen Nederlands Expertise Centrum-Exoten  
Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen  
J.vanderloop@science.ru.nl  
H.vankleef@science.ru.nl

Dr. E. Brouwer  
Onderzoekcentrum B-WARE  
Mercator III  
Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen  
E.brouwer@b-ware.eu